Ueber Epithelien mit netzförmig angeordneten Zellen und über die Flossenstacheln von Spinax niger.

Inaugural-Dissertation

zur

Erlangung der Doctorwürde

der

hohen naturwissenschaftlichen Facultät

der

Eberhard-Karls-Universität zu Tübingen

vorgelegt von

Hermann Koppen,
approb. Zahnarzt aus Heiligenstadt, Eichsfeld.

Mit 3 Tafeln und 1 Textfigur.

Jena,
Gustav Fischer.
1901.

Ueber Epithelien mit netzförmig angeordneten Zellen und über die Flossenstacheln von Spinax niger.

Inaugural-Dissertation

zur

Erlangung der Doctorwürde

der

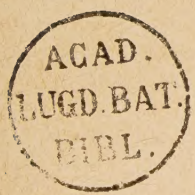
hohen naturwissenschaftlichen Facultät

der

Eberhard-Karls-Universität zu Tübingen

vorgelegt von

Hermann Koppen,
approb. Zahnarzt aus Heiligenstadt, Eichsfeld.



Mit 3 Tafeln und 1 Textfigur.

Jena,
Gustav Fischer.
1901.

Von der Facultät angenommen am 22. November 1899.

Abdruck

aus den

Zoologischen Jahrbüchern,

Abtheilung für Anatomie und Ontogenie der Thiere.

Herausgegeben von Prof. Dr. J. W. Spengel in Giessen.

Vierzehnter Band, 3. Heft, 1901.

Verlag von Gustav Fischer in Jena.

Seinem theuren Vater

in Liebe und Dankbarkeit gewidmet

vom Verfasser.

Digitized by the Internet Archive
in 2026

https://archive.org/details/IA41547016_0099

Spinax niger trägt im ausgewachsenen Zustand, wie sämmtliche Spinaciden, an den vordern Enden seiner dorsalen Flossen je einen caudalwärts gerichteten Flossenstachel, und zwar ist der hintere Stachel stets stärker ausgebildet als der vordere.

Während der Entwicklung werden die Stacheln von einem verschieden dicken Gewebe überzogen, welches als Schutzkappe bezeichnet werden soll, ein Begriff, den schon MARKERT (36) in seiner Arbeit über die Stachelentwicklung bei *Acanthias vulgaris* eingeführt hat.

Entsprechend der verschiedenen Ausbildung der Flossenstacheln ist auch die hintere Schutzkappe in der Entwicklung der vordern stets voraus.

Bei den jüngsten Embryonen, die eine Länge von $3^1/_2$ cm haben, befindet sich vor den Rückenflossen eine kleine, stecknadelkopfstarke Erhebung. Von den übrigen zur Untersuchung gelangten Embryonen zeigen solche mit $5^1/_2$ cm Länge eine nach oben spitz zulaufende, aber sonst gleich starke Schutzkappe, welche vollständig mit dem vordern Rande der Flosse verwachsen ist. Die hintere Schutzkappe hat hier ungefähr die halbe Länge der Flossenhöhe erreicht (Fig. 1). Bei $7^1/_2$ cm langen Embryonen steht die Schutzkappe nur noch in ihrem untern Theil mit der Flosse in Verbindung. Der obere freie Theil zeigt unter der Spitze eine bauchige Auftreibung (Fig. 2). Ganz ähnliche Verhältnisse weist auch die vordere Schutzkappe der $11^1/_2$ cm langen Embryonen auf, nur hat sie weiter an Umfang zugenommen.

Die hintere Schutzkappe hingegen besitzt eine bedeutend schlankere Gestalt und überragt die Flosse um ein kleines Stück. Die erwähnte starke Auftreibung am obern Theil der Schutzkappe tritt nicht mehr so deutlich hervor.

Das Epithel in der stecknadelkopfstarken Erhebung vor den Rückenflossen der jüngsten Embryonen ist, wie auf dem Sagittalschnitt Fig. 3 zu sehen ist, nur um einige Lagen dicker als an der übrigen Haut und zeigt bis auf die basale Schicht dieselben Verhältnisse. Auf Fig. 3 sind die basalen Epithelzellen der Haut unregelmässig gelagert und lassen keine bestimmte Gestalt erkennen. An der Erhebung, besonders an der Uebergangsstelle, haben sich die basalen Zellen nach Art eines Cylinderepithels angeordnet.

Wesentlich anders verhält sich das Gewebe in der Schutzkappe der ältern Stadien.

Wie schon Blochmann (8) p. 462 in seiner Erwiderung an Bott erwähnt, zeigt das Gewebe in der Schutzkappe der Flossenstacheln von *Spinax niger* eine von dem gewöhnlichen Epithel abweichende Beschaffenheit, „bei der die Zellen reich verästelt sind und mit ihren Fortsätzen gegenseitig in Verbindung stehen, so dass auf einem Schnitt das schönste Netzwerk mit grossen Zwischenräumen zu Stande kommt".

Ich habe dieses Gewebe nach Bau und Entwicklung einer genauen Untersuchung unterworfen, deren Ergebnisse im Folgenden ausführlich besprochen werden sollen.

Zum Vergleich sind noch andere, längst bekannte Epithelformationen, welche dieselben Verhältnisse zeigen, herangezogen worden. Ausserdem erlaubten die Präparate von *Spinax niger* auch eine Controle der von Markert gemachten Beobachtungen über die Stachelentwicklung bei *Acanthias vulgaris*, und da sich in mancher Beziehung etwas andere Verhältnisse ergaben als bei *Acanthias*, so soll im 2. Theil der Arbeit die Stachelentwicklung von *Spinax niger* eingehender geschildert werden.

Zu den Untersuchungen wurden von Herrn Prof. Blochmann gesammelte Embryonen von $5^1/_2$—$11^1/_2$ cm Länge, die theils in Alkohol, theils in Formol und theils in Sublimat conservirt waren, benutzt. Bei den grössten Embryonen war der Dottersack bis auf die Grösse eines starken Stecknadelkopfs resorbirt, ein Zeichen, dass diese Thiere kurz vor der Geburt dem Mutterthier entnommen sind.

Während die jüngern Thiere sich gut schneiden liessen, mussten die ältesten zuvor entkalkt werden. Hierzu wurde eine Mischung von 1 Theil concentrirter Salzsäure und 99 Theilen 70proc. Alkohols verwandt.

Sämmtliche Präparate wurden mit Eosin und Delafield's Hämatoxylin gefärbt. Ich will vorausschicken, dass im 1. Theil der Arbeit öfters auf die Figuren des 2. Theils verwiesen wird, da diese jedoch sämmtlich als Uebersichtsbilder bei schwacher Vergrösserung gezeichnet sind, können sie nur zur allgemeinen Orientirung dienen. Die histologischen Einzelheiten sind besonders dargestellt.

Es sollen nun zunächst die Gewebsverhältnisse in der Stachelschutzkappe eines $5^1/_2$ cm langen Embryos erörtert werden.

Im Gegensatz zu dem jüngsten Stadium zeigt sich hier schon die von dem gewöhnlichen Hautepithel stark abweichende Beschaffenheit dieses Gewebes.

Auf dem Querschnitt durch die Schutzkappe (Fig. 41) liegt in der Mitte die Stachelanlage. Das diese umgebende Gewebe weist eine Differenzirung in 3 Zonen auf.

Die äussere Zone wird von ein bis zwei Lagen dicht gedrängter normaler Epithelzellen gebildet. Dieselben sind flach und lassen nur da und dort deutlich Zellgrenzen erkennen. Die mittlere Zone setzt sich aus netzförmig angeordneten Zellen zusammen. Die einzelnen Zellen zeigen einen grossen, von wenig Protoplasma umschlossenen Kern und treten durch die nach allen Seiten auslaufenden Fortsätze unter einander in Verbindung.

Der Uebergang von den Zellen der äussern zu denen der innern Zone ist ein ganz allmählicher.

Nach der Stachelanlage stehen die Zellen wiederum dichter und bilden die innere Zone. Diese, auf Fig. 41 nicht gut sichtbar, tritt auf den Figg. 42 und 43 deutlich hervor. Die innere Zone findet vor der Stachelanlage ihren Abschluss in einer Lage hoher Cylinderzellen, die man als Schmelzepithel ansehen muss.

Die Kerne liegen in dem der Basis abgewandten Theil der Zellen und haben ebenfalls eine längliche Gestalt.

Diesem Schmelzepithel liegen die übrigen, dicht gedrängten Zellen der innern Zone in peripherer Richtung auf.

Hinter der Stachelanlage wird die innere Zone nur von einer basalen niedrigen Cylinderzellenschicht, welche den von der Flosse kommenden Bindegewebsstrang begrenzt, gebildet.

Die eben geschilderten Befunde treten in der Schutzkappe des

nächsten Stadiums, nämlich bei Embryonen von $7^1/_2$ cm Länge, viel deutlicher zu Tage.

An dem auf Fig. 46 abgebildeten Querschnitt setzt sich die äussere Zone ebenfalls aus ein bis zwei Lagen flacher Zellen, bei denen jedoch grössten Theils scharfe Zellgrenzen und Intercellularbrücken zu erkennen sind, zusammen.

Die bedeutend an Umfang zugenommene mittlere Zone zeigt hier deutlich, wie die Auflockerung der verzweigten Zellen nach der Mitte der Zone hin zunimmt. Die Zellen entfernen sich immer weiter von einander, und ihre Fortsätze umschliessen immer grössere Intercellularräume.

Fig. 5 stellt einige Zellen aus der Mitte dieser Zone dar.

Der Uebergang von der äussern zur mittlern Zone ist auch hier ein ganz allmählicher.

Die innere Zone vor der Stachelanlage verhält sich im Wesentlichen wie die des vorigen Stadiums, nur die Schmelzepithelzellen haben an Höhe zugenommen. Hinter der Stachelanlage besteht sie ebenfalls aus der basalen, niedrigen Epithelschicht, welcher hier einige Lagen von gewöhnlichen Epithelzellen anliegen.

Abweichend von den bisher geschilderten Verhältnissen setzt sich das Gewebe in der äussersten Spitze der Schutzkappe aus gleichmässig angeordneten Zellen zusammen (Fig. 6); und zwar zeigt sich dies auf den ersten Schnitten der Serie, wo nur das Gewebe der Schutzkappe getroffen und von dem Querschnitt des Stachels noch nichts zu sehen ist; die Zellen haben eine platte Gestalt, der grosse Kern liegt in der Mitte und wird durch einen Hohlraum, welcher jedenfalls durch die Conservirung entstanden ist, von dem gleichmässig gefärbten Protoplasma getrennt. Zwischen den einzelnen Zellen sind meistens deutliche Intercellularspalten und Intercellularbrücken.

Schon auf den nächst folgenden Schnitten bemerkt man in der Mitte der Schutzkappe eine allmähliche Gewebsauflockerung, und mit dem Erscheinen der Stachelanlage tritt die oben geschilderte Differenzirung in dem Gewebe auf.

Um einerseits den sehr grossen Unterschied zwischen dem gewöhnlichen Körperepithel und demjenigen der Stachelschutzkappe und andrerseits den Uebergang der gewöhnlichen Epithelzellen in das aus verzweigten Zellen bestehende Gewebe zu veranschaulichen, ist die auf Fig. 46 angedeutete Stelle von einem etwas tiefer gelegenen Schnitt bei starker Vergrösserung auf Fig. 7 abgebildet. Während das Epithel der Flosse nur aus einer basalen Cylinderzellenschicht und zwei bis drei

Lagen normaler Epithelzellen besteht, setzt sich dasselbe in der Schutzkappe aus der basalen, wenn auch nicht so regelmässig angeordneten Cylinderzellenschicht und einigen Lagen von gewöhnlichen Epithelzellen zusammen, und diese gehen nach der Mitte der Schutzkappe hin allmählich in das aus verzweigten Zellen bestehende Gewebe über, indem die Intercellularräume und -brücken stetig an Umfang zunehmen.

Sehr deutlich zeigen sich hier zwischen den einzelnen Cylinderzellen der basalen Schicht Intercellularräume und -brücken, und an verschiedenen Stellen kann man die von Pfitzner (43) und Mitrophanow (40) erwähnten und von Letzterm auf seiner fig. 3 dargestellten Intercellularräume und -brücken auf der Grenze des Epithels und der Cutis beobachten.

Besser als auf der eben geschilderten Abbildung tritt die Entstehung des von den verzweigten Zellen gebildeten Gewebes aus dem gewöhnlichen Epithelgewebe an der Uebergangsstelle von der äussern zur mittlern Zone der Schutzkappe eines $7^1/_2$ cm langen Embryos hervor, wie es Fig. 8 zeigt.

Auf der dem äussern Rand zugekehrten Seite liegen einige, nur durch schmale Intercellularräume getrennte und durch kurze Brücken verbundene normale Epithelzellen. Nach der Mitte zu werden die Intercellularräume zwischen den einzelnen Zellen allmählich grösser, und die Intercellularbrücken verlängern sich dem entsprechend. An einzelnen Stellen sieht man grössere Intercellularräume auftreten, wodurch die Zellen ein bedeutend lockereres Gefüge erhalten. In der Mitte der mittlern Zone hat die Auflockerung der Zellen ihre grösste Entfaltung erreicht.

Was nun den feinern Bau dieses Gewebes anbetrifft, so stellt das Zellprotoplasma im Allgemeinen eine homogene Masse dar, nur dasjenige der Zellen der innern Zone zeigt eine feine Structur, wie es an Fig. 4, welche einige Zellen des Schmelzepithels mit den aufliegenden Zellen der innern Zone darstellt, deutlich zu sehen ist.

Das Protoplasma des basalen Theils der Schmelzepithelzellen lässt eine fadige Structur erkennen, welche in dem oberhalb des Kerns liegenden Theil fehlt.

Ebenso zeigt sich in den übrigen Zellen der innern Zone eine in der Längsrichtung der Zellen verlaufende feine Plasmafaserung. Am deutlichsten tritt diese Structur an der dem Schmelzepithel zunächst liegenden Zellenschicht hervor, hier lassen sich einzelne Fasern durch mehrere Zellen verfolgen.

Bei beiden Stadien bemerkt man, dass in dem untern Theil der

Schutzkappe sowohl die erwähnte Protoplasmafaserung, als auch die Differenzirung des Gewebes allmählich verschwindet. Die Intercellularräume und dem entsprechend auch die Intercellularbrücken werden unansehnlicher, und schliesslich verhalten sich die Zellen wie im gewöhnlichen Epithel.

Auch die Schutzkappe nimmt nach der Basis stetig an Umfang ab, und das Gewebe derselbe geht zuletzt in das normale Hautepithel über.

Bei den ältesten zur Untersuchung gelangten Embryonen hat sich das Gewebe in der Schutzkappe im Vergleich zu dem der jüngern Stadien wesentlich geändert, und zwar besonders am obern Theil der Schutzkappe.

Diese neuen Verhältnisse lassen sich aber leicht mit den frühern in Einklang bringen, wenn man sie auf die erwähnte schwache Protoplasmafaserung in der innern Zone zurückführt.

Die Faserstructur in dem Protoplasma der Zellen ist hier bedeutend stärker entwickelt und hat sich über den grössten Theil des Gewebes der Schutzkappe ausgedehnt.

Auf den ersten durch die Spitze der Schutzkappe gehenden Schnitten sind die Kerne in grossen Faserzügen eingeschlossen (Fig. 10). Entweder verlaufen die Faserzüge in gerader Richtung von einem Kern zu dem benachbarten, oder sie trennen sich und laufen nach verschiedenen Richtungen, um entweder allein oder mit andern wiederum Kerne zu umschliessen.

Die Faserzüge sind in einer Grundsubstanz eingeschlossen.

An einzelnen Stellen stehen die Faserzüge durch die Intercellularbrücken mit einander in Verbindung.

Auf den folgenden Schnitten zeigt sich hauptsächlich in der Mitte der Schutzkappe eine Auflockerung des Gewebes; es treten nämlich zwischen den einzelnen, von den Faserzügen gebildeten Zellen grössere und kleinere Intercellularräume auf.

Wie schon zu Anfang erwähnt, sind bei den ältesten Embryonen die Stacheln mit der umgebenden Schutzkappe entkalkt, weshalb der Schmelzüberzug an denselben fehlt. Man erhält deshalb auf den Schnitten solcher Objecte statt der unter normalen Verhältnissen dem Dentin der Stachelspitze aufsitzenden Schmelzkappe einen Hohlraum in der Mitte der Schutzkappe.

Mit dem Auftreten der Schmelzkappe bezw. des an ihre Stelle getretenen Hohlraumes nimmt man auf den Schnitten eine scharfe Differenzirung des Gewebes der Schutzkappe wahr, und zwar handelt

es sich hier, wie bei den jüngern Stadien, um 3 verschiedene Gewebszonen.

Diese sind auf dem Uebersichtsbild Fig. 52, welches einen Querschnitt durch die Dentinspitze des Stachels und die ganze Schutzkappe darstellt, schon zu erkennen.

Ein Theil dieses vor dem Stachel liegenden Gewebes ist bei starker Vergrösserung auf Fig. 11 und 12, und zwar auf ersterer die innere und mittlere Zone, auf letzterer hingegen die äussere Zone, abgebildet.

Auf Fig. 11 wird die basale Schicht der innern Zone vor der Stachelanlage, wie bei den frühern Stadien, von dem Schmelzepithel gebildet. Letzteres besitzt hier aber ein vollständig verändertes Aussehen.

Man erkennt nur noch die seitlichen Contouren der Zellen, die obern sind verschwunden. In der Längsrichtung der Zellen verlaufen Faserzüge, welche in der nächsten Zellschicht zu endigen scheinen.

Bezüglich des letzten Verhaltens machen die Faserzüge in den veränderten Schmelzepithelzellen an den beiden seitlichen Enden des Schmelzorgans eine Ausnahme; indem sie sich hier über die verschiedenen Zellenlagen der innern Zone erstrecken und direct in das Gewebe der mittlern Zone übergehen, wie es sich schon auf Fig. 52 zeigt. In den übrigen Zellen der innern Zone erstrecken sich die Faserzüge in der Längsrichtung der frühern Zellen und stehen in mehr oder minder senkrechter Richtung zu den Faserzügen der Schmelzepithelzellen.

In der mittlern Zone kann man nicht mehr von einem bestimmten Verlauf der Faserzüge sprechen, vielmehr erstrecken sich dieselben unregelmässig nach allen Richtungen.

Während in der innern Zone die Faserzüge nur durch schmale Intercellularräume getrennt werden, sieht man hier dieselben sich nach der Mitte der Zone hin immer mehr auflockern. Die Faserzüge umschliessen grössere oder kleinere Intercellularräume.

Wenn man dieses Gewebe mit dem aus verzweigten Zellen bestehenden Gewebe der vorigen Stadien vergleicht, so sind die dicken Faserzüge, welche von dem die Kerne umschliessenden und ebenfalls aus Faserzügen bestehenden Protoplasmamantel abgehen, den zarten Fortsätzen der verzweigten Zellen gleich zu stellen. Sie umschliessen, wie jene dort, kleinere oder grössere Intercellularräume.

Fig. 12 zeigt, dass die äussere Zone von einigen Lagen strangartiger Zellen gebildet wird. In diesen dem äussern Rande der Schutzkappe parallel verlaufenden Zellen liegen flache Kerne eingebettet.

Das Zellprotoplasma weist auch hier eine in der Längsrichtung der Zellen verlaufende feine Faserstructur auf. Zwischen den Zellenlagen befinden sich schmale Intercellularräume, welche von Intercellularbrücken durchsetzt sind.

Die an den Figg. 11 und 12 geschilderte Protoplasmafaserung hat einige Aehnlichkeit mit derjenigen, welche Kromayer auf fig. 1, einem Querschnitt aus der Epidermis der Hohlhand, in seiner letzten Arbeit (28) abgebildet hat.

Vor allem gleichen die Faserzüge in den Schmelzepithelzellen den „Basalfasern" der Kromayer'schen Arbeit; doch kann diesen unmöglich die Function zukommen, welche Kromayer den Basalfasern beilegt.

Es liegt nun die Frage nahe, wodurch die Protoplasmafaserung entstanden ist. Sollte es sich etwa um eine Rückbildungserscheinung handeln? Zu dieser Annahme kann man veranlasst werden, weil die Protoplasmafaserung sich nur im obern Theil der Schutzkappe findet und nach unten zu allmählich abnimmt und schliesslich gänzlich verschwindet.

Gegen dieselbe spricht aber das häufige Vorkommen ähnlicher Protoplasmafaserung im normalen Epithel anderer Objecte.

Im Vergleich zu den eben geschilderten Befunden in dem Gewebe des vordern Theils der Schutzkappe zeigen die Gewebspartien hinter der Stachelanlage zum Theil andere Verhältnisse.

Die äussere Zone unterscheidet sich von der des vordern Theils dadurch, dass die einzelnen Zellen scharfe Grenzcontouren zeigen und durch Brücken verbunden sind.

In der mittlern findet man im Allgemeinen keine wesentlichen Abweichungen.

Nur in der Mitte derselben, unmittelbar hinter der Stachelanlage bemerkt man eine längliche helle Zone, in welcher einige abgerissene Gewebsfäden mit Kernen zu liegen scheinen.

In der Umgebung dieser hellen Stelle hat sich das Gewebe der mittlern Zone sehr verdichtet.

Die basale Schicht an der hintern Wand des Stachels besteht an ihren seitlichen Enden aus denselben Zellen, welche ich an den seitlichen Theilen des vor dem Stachel liegenden, veränderten Schmelzepithels geschildert habe. Die mittlern basalen Zellen sind bedeutend kürzer als die seitlichen und trennen die erwähnte helle Stelle von der hintern Wand des Stachels.

Auf den tiefer liegenden Schnitten treten nun in diesem hellen Bezirk Veränderungen auf.

Auf Fig. 53 liegen in demselben zwei Reihen von cylindrischen Zellen, die einen schmalen Hohlraum mit einigen Bindegewebszellen umschliessen. Diese zwei Reihen hoher cylindrischer Zellen erstrecken sich auf den folgenden Schnitten schon bis zur hintern Stachelwand, indem an Stelle der bisherigen mittlern basalen Zellen ebenfalls cylindrische Zellen getreten sind.

Die cylindrischen Zellen unterscheiden sich von dem umliegenden Gewebe durch ihre intensivere Färbung.

Auf der Fig. 54 umschliessen die cylindrischen Zellen zwei getrennte Hohlräume, welche, sich nach der Stachelanlage hin öffnend, hier einen gemeinschaftlichen Hohlraum bilden.

Während die Zellen der beiden innern Seiten in einander überzugehen scheinen, stehen die Zellen der äussern Seiten mit den benachbarten Zellen der mittlern Zone in Verbindung. Diese cylindrischen Zellen nehmen auf den folgenden, der Basis der Schutzkappe sich nähernden Schnitten immer weiter an Ausdehnung zu, sie beschränken sich nicht nur auf den hinter der Stachelanlage gelegenen Theil der Schutzkappe, sondern sie treten, wie sich später zeigen wird, noch an den verschiedensten Stellen der Schutzkappe auf.

Welchen Zweck diese Zellen haben, ist sehr schwer zu sagen. Stets bilden sie den Abschluss des Epithels gegen das Bindegewebe. Auf Fig. 15 ist zu sehen, dass sie unter einander durch Intercellularbrücken in Verbindung stehen, doch tritt dies nicht überall so deutlich hervor wie an den abgebildeten Zellen.

Dass es sich um umgewandelte Epithelzellen handelt, unterliegt keinem Zweifel.

Wie schon früher erwähnt, weichen die Gewebsverhältnisse in den tiefern Theilen der Schutzkappe wesentlich von den eben geschilderten Befunden in den obern Theilen ab.

Dies zeigt sich schon auf dem Uebersichtsbild Fig. 55. — Bei der Untersuchung mit homogener Immersion überzeugt man sich, dass die basale Schicht vor der Stachelanlage aus einzelnen, scharf von einander getrennten, flachen Zellen besteht und in den Zellen jede Spur von einer Protoplasmafaserung fehlt. Nur die (seitlichen) den Enden der vordern Fläche des Stachels anliegenden Zellen zeigen noch die frühere längliche Form und auch die in der Längsrichtung der Zellen verlaufenden Faserzüge, welche in der nächsten Zellenlage zu endigen scheinen.

Das diesen basalen Zellen aufliegende Gewebe besteht aus dicht verzweigten Zellen mit scharfen Grenzcontouren. In dem Protoplasma

der Zellen ist jedoch hier immer noch eine schwache Faserung vorhanden, wie es Fig. 13, die einige verästelte Zellen aus dem neben der Stachelanlage liegenden Gewebe darstellt, zeigt.

Auch die den verzweigten Zellen anliegende Gewebszone, welche der bisher erwähnten äussern Zone entspricht, setzt sich aus einzelnen, von einander getrennten Zellen zusammen. Fig. 14 zeigt einige Zellen dieser Zone. Zwischen diesen Zellen nimmt man kleine Intercellularräume, welche von Brücken durchsetzt sind, wahr. An einzelnen Stellen finden sich noch Spuren von dem an Fig. 12 geschilderten Verhalten des Gewebes. Es verläuft nämlich noch hier und dort von einer Zelle zu einer entfernter liegenden ein dicker Protoplasmastrang.

Zu erwähnen ist noch, dass innerhalb des aus verzweigten Zellen bestehenden Gewebes vor der Stachelanlage jetzt auch ein mit Bindegewebe und Pigmentzellen erfüllter Hohlraum liegt, der von den bekannten hohen, cylindrischen Zellen umschlossen ist.

Hinter der Stachelanlage stimmt das Gewebe im Allgemeinen mit dem vor derselben liegenden überein. Die beiden von den hohen cylindrischen Zellen umschlossenen, mit Bindegewebe erfüllten Hohlräume haben an Länge zugenommen; sie sind seitlich aus einander getreten und erstrecken sich weit in das verästelte Gewebe.

Auf den folgenden Uebersichtsbildern des ältesten Stadiums ist von der Schutzkappe nur immer die eine Hälfte abgebildet, da das Gewebe auf beiden Seiten vollständig gleich ist.

Auf Fig. 56 hat der Umfang der Schutzkappe im Vergleich zu den vorhergehenden Abbildungen wesentlich ab- und dem entsprechend das Gewebe weiter an Dichte zugenommen.

Die Schutzkappe ist jetzt in Verbindung mit der Flosse getreten, und es erstreckt sich von der letztern ein Bindegewebsstrang nach der hintern Stachelwand, der in den an Fig. 52 erwähnten, von den hohen cylindrischen Zellen umschlossenen und mit Bindegewebe erfüllten Raum endet.

An der Mitte der seitlichen Wand des Stachels haben sich die basalen Epithelzellen ebenfalls zu den hohen cylindrischen Zellen umgewandelt. Der äussern Wand der seitlichen Pulpahöhle lagern noch dieselben Zellen auf, welche auf Fig. 52 der vordern Wand des Stachels angrenzen. Es sind dies die langen, veränderten Schmelzzellen mit den in der Längsrichtung der Zellen verlaufenden Protoplasmafaserzügen, die in den benachbarten verästelten Zellen verlaufen.

An der vordern Wand des Stachels findet man die schon auf der vorigen Figur erwähnten flachen basalen Zellen.

Auf Fig. 57 erstrecken sich die Bindegewebshohlräume vor und hinter der Stachelanlage in das seitlich vom Stachel liegende Gewebe. Vor der Stachelanlage haben die den mit Bindegewebe erfüllten Hohlraum umschliessenden hohen, cylindrischen Zellen mit Ausnahme der an den beiden blinden Enden liegenden eine niedrige Form angenommen, und es liegen zwischen dieser Zellschicht und den der vordern Wand des Stachels anliegenden flachen Zellen nicht mehr verzweigte Zellen, sondern gewöhnliche Epithelzellen.

Wie sich auf tiefern Schnitten zeigen wird, bildet sich aus den eben erwähnten Zellenlagen das vordere Schmelzorgan.

Auch vor dem mit Bindegewebe erfüllten Hohlraum nach dem Rande der Schutzkappe hin findet man nur noch normale Epithelzellen. Seitlich von dem Stachel und hinter demselben liegt noch das aus verzweigten Zellen bestehende Gewebe. Die äussere Wand der seitlichen Pulpahöhle wird von der auf der vorigen Figur an der vordern Wand des Stachels geschilderten flachen, basalen Zellenschicht begrenzt.

Fig. 58 zeigt an der vordern Wand das von oben und seitlich durch Bindegewebe eingeschlossene Schmelzorgan, das nur an seinen untern Enden mit den cylindrischen Zellen, welche an den seitlichen Wänden des Stachels die basale Schicht darstellen, in Verbindung steht. — Sowohl an der seitlichen wie auch an der hintern Wand des Stachels werden die basalen cylindrischen Zellen durch Bindegewebe von der Stachelanlage getrennt. Der mit Bindegewebe erfüllte Hohlraum an der hintern Wand des Stachels erstreckt sich seitlich bis neben die äussere Wand der seitlichen Pulpahöhle, und man sieht hier zwischen der Wand und dem Bindegewebshohlraum ebenfalls nur noch normale Epithelzellen, aus welchen sich das seitliche Schmelzorgan bildet. — Von dem aus verzweigten Zellen bestehenden Gewebe sind nur noch zwei kleine Complexe wahrzunehmen, und zwar seitlich von dem Stachel und hinter demselben. Letzterer wird vollständig von den hohen, cylindrischen Zellen umschlossen. — An der der hintern Stachelwand zugekehrten basalen Cylinderzellenschicht sieht man zwei Einstülpungen des Bindegewebes.

Auf der letzten Fig. 59 ist von dem aus verzweigten Zellen bestehenden Gewebe nichts mehr zu sehen; die erwähnten Zellencomplexe neben und hinter der Stachelanlage werden jetzt beide allseitig von den hohen, cylindrischen Zellen eingeschlossen und haben das Aussehen von normalem Epithelgewebe. — An dem vordern Schmelzorgan,

welches vollständig von Bindegewebe umschlossen ist, hat sich ein charakteristisches Schmelzepithel ausgebildet.

Auf die weitern Umbildungen der Gewebe soll bei der Beschreibung der Stachelentwicklung eingegangen werden.

Es sollen jetzt noch einige Gebilde besprochen werden, welche in den einzelnen Entwicklungsstadien in verschiedener Menge und Form in dem Epithelgewebe auftreten.

In erster Linie sind dies grössere oder kleinere, bläschenförmige Zellen, die zuerst von Leydig (30) gefunden und in der Haut der Süsswasserfische von ihm beschrieben sind.

Während Leydig diese Zellen auch sonst noch bei verschiedenen Amphibien und in der Rachenschleimhaut der Rochen und Haie nachwies, bestritt er ihr Vorkommen in der Oberhaut der letztern.

Ausserdem erschienen über diese Gebilde Arbeiten von Langerhans (29), Pfitzner (43 u. 44), Flemming (16), Hertwig (20), Paulicki (41), Carrière (13) und Cohn (14).

Diese Autoren nannten sie allgemein Leydig'sche Zellen, nur Peremeschko (42) schildert sie als Netzzellen.

Die meisten Untersuchungen wurden an lebendem Material gemacht, und da mir solches nicht zur Verfügung stand, kann hier auf die von obigen Autoren erwähnten feinern Structurverhältnisse der Leydig'schen Zellen nicht eingegangen werden.

Entgegen der Behauptung Leydig's (33), dass sich bei Haien in der Oberhaut keine Schleimzellen vorfänden, schliesse ich mich der Ansicht Johann's (24) an, der solche in der Umgebung der Hautstacheln von *Spinax niger* schildert; denn ich beobachtete Leydig-sche Zellen, und zwar in sehr grosser Menge, sowohl in allen Schichten des Schutzkappengewebes als auch in der Haut, von *Spinax niger* und ebenso in der Oberhaut von *Acanthias vulgaris.*

Die Zellen haben, wie schon erwähnt, eine bläschenförmige Gestalt. Sie entstehen aus gewöhnlichen epithelialen Zellen, was man deutlich sowohl an den Zellen der basalen Epithelschicht, ausgenommen des Schmelzepithels, als auch an den hohen Cylinderzellen verfolgen kann.

Von den letztern sind auf Fig. 15 eine grössere Anzahl abgebildet. Während auf der einen Seite die Zellen ihre cylindrische Form zeigen, haben sie auf der andern die charakteristische Gestalt sehr verändert. — Ausser den drei fertig ausgebildeten Schleimzellen, welche zwischen den veränderten Zellen liegen, nimmt man in dem Protoplasma verschiedener Zellen Vacuolen wahr. Diese Vacuolen

sind als der Anfang der Umwandlung des Epithels zu LEYDIG'schen Zellen anzusehen.

Mit der Vermehrung der Vacuolen fliessen dieselben zu einer grossen Vacuole zusammen, und so entstehen zuletzt die bläschenförmigen Gebilde. — Den Kern sieht man mit der Umwandlung seinen Platz verändern. Sobald die LEYDIG'schen Zellen fertig gebildet sind, ist der Kern an die Peripherie getreten.

An den fertigen Zellen grenzt sich der Zellinhalt von der Zellmembran deutlich ab, indessen wurde nirgends beobachtet, dass von der Zellmembran nach dem central gelegenen Kern sich ein netzförmiges Gewebe erstreckt, wie dies von den oben erwähnten Autoren angegeben ist.

Die morphologische Beschaffenheit des Inhalts der LEYDIG'schen Zellen ist auf meinen Präparaten sehr verschieden. An denjenigen Stellen, wo diese Zellen in grösserer Anzahl dicht neben einander liegen (Fig. 16), erscheint ein netzförmiges Gerinnsel in geringerer oder grösserer Ausdehnung im Innern, doch habe ich nie gefunden, dass die Zellen vollständig von demselben ausgefüllt waren. Der Zellkern liegt in den LEYDIG'schen Zellen, wie schon erwähnt, stets peripher. Es macht öfters den Eindruck, als ob mehrere Kerne zu einer Zelle gehörten, doch ist dies sehr schwer zu entscheiden, da die umgebenden Epithelzellen sehr nahe liegen, so dass ein Irrthum in der Beurtheilung der Zugehörigkeit nicht ausgeschlossen ist.

An andern LEYDIG'schen Zellen ist das Innere vollständig mit einer homogenen Substanz erfüllt (Fig. 17). Der Kern liegt auch hier wiederum stets peripher.

An vielen Zellen dieser Art treten nun in dem Inhalt Vacuolen auf (Fig. 18 u. 19). Mit dem zahlreichen Auftreten erhält das Secret ein schwammiges Aussehen.

In Folge der Conservirung ist auf meinen Präparaten bei sehr vielen LEYDIG'schen Zellen eine Schrumpfung eingetreten. Der Inhalt hat sich von der Zellmembran nach dem Innern zusammengezogen (Fig. 20 u. 21).

Bei allein liegenden Zellen in der äussern Zone der Schutzkappe kann man deutlich erkennen, dass sie durch einen Intercellularraum von den umgebenden Epithelzellen getrennt und durch Intercellularbrücken mit denselben in Verbindung stehen (Fig. 22).

Von der Zellmembran der in dem aus verzweigten Zellen bestehenden Gewebe liegenden LEYDIG'schen Zellen gehen Fortsätze aus, die mit denen der benachbarten verzweigten Zellen in Verbindung treten (Fig. 23 u. 24).

Was nun das Auftreten der Leydig'schen Zellen in den einzelnen Entwicklungsstadien der Schutzkappe angeht, so ist von denselben in den beiden jüngsten Stadien noch nichts zu sehen. In dem nächst ältern Stadium, nämlich in der Schutzkappe der $7^1/_2$ cm langen Embryonen, treten sie verhältnissmässig spärlich auf, und zwar findet man sie hauptsächlich in den basalen Schichten und in dem aus verzweigten Zellen bestehenden Gewebe, nur selten in der äussern Zone.

Das älteste Stadium zeigt sie in grossen Mengen und zwar in allen Zellschichten. Auf den der Basis der Schutzkappe genäherten Schnitten, auf welchen das Gewebe nur noch eine geringe Ausdehnung hat, durchsetzen sie oft dasselbe gänzlich, so dass man das von Pfitzner (43) mit einem Rohrgeflecht an einem Stuhlsitz verglichene Bild erhält.

Es soll hier noch kurz auf eine von Johann (24) in der schon erwähnten, vor Kurzem erschienenen Arbeit gemachte Bemerkung über Leydig'sche Zellen bei *Spinax niger* eingegangen werden.

Er sagt p. 143: „An den Hautstacheln klimmt die Epidermis über das Niveau ihrer Umgebung empor (fig. 5). Hier sieht man in ihr eine Menge von Leydig'schen Zellen, die sich im Gegensatz zu später zu besprechenden Zellen mit Orange-G-Hämatoxylin nicht gelb, sondern blau färben. — Bei *Spinax* sind hauptsächlich in der Umgebung der Stacheln Leydig'sche Zellen in dem Sinne, wie der Name bei Amphibien gebräuchlich ist, vorhanden."

Auf seiner fig. 5 ist in einer der Leydig'schen Zellen der Kern deutlich peripher gelagert, was auf meinen Präparaten fast überall der Fall ist.

Die oben erwähnten andern Zellen, die stets im Zusammenhang mit den von ihm beschriebenen Leuchtorganen stehen, bezeichnet Johann mit „Linsenzellen"; p. 146 erwähnt er: „Ihr Kern liegt an der Wand, das Innere ist mit einem geronnenen Secret angefüllt, das dem Product der Leydig'schen Zellen sehr ähnlich sieht, das sich aber im Gegensatz zu diesen mit Orange-G-Hämatoxylin nicht blau, sondern intensiv gelb färbt. Es bildet eine homogene Masse, an deren Wand sich hier und da rundliche, helle, schwach blau gefärbte Flecke zeigen."

Was nun den von Johann angeführten Färbungsunterschied zwischen Leydig'schen und Linsenzellen angeht, so bin ich durch die Untersuchung meiner mit Eosin und Hämatoxylin gefärbten Präparate zu einer andern Ansicht gelangt. Während die nicht mit Secret erfüllten Leydig'schen Zellen überhaupt nur eine Färbung der Zell-

membran zeigen, ist bei den mit Secret erfüllten Zellen der Inhalt roth und die Zellmembran blau gefärbt. Zwischen diesen beiden Arten von LEYDIG'schen Zellen fehlt es nicht an Uebergängen, so dass ich die Linsenzellen JOHANN's für modificirte LEYDIG'sche Zellen halte; denn in den Linsenzellen liegt, wie auf den Abbildungen JOHANN's zu sehen ist, der Kern stets peripher, wie ich es von den LEYDIG'schen beschrieben habe. Weiter finden sich in den mit Secret gefüllten LEYDIG'schen Zellen helle Vacuolen, welche den „rundlichen, hellen, schwach blau gefärbten Flecken der Linsenzellen" entsprechen.

In der Schutzkappe von *Spinax niger* habe ich nirgends Leuchtzellen beobachtet, wohl aber in grosser Anzahl Gebilde, welche den Linsenzellen sehr ähnlich sind und die ich für LEYDIG'sche Zellen erklären muss.

Ausser den LEYDIG'schen Zellen kommen noch Wanderzellen oder Leukocyten in dem Gewebe der Schutzkappe vor.

Aus der betreffenden Literatur nenne ich nur die Arbeiten von LIST (34 u. 35). Er hat die Zellen ausser bei andern Objecten auch in dem Kloakenepithel der Rochen und Haie geschildert.

In dem Gewebe der Schutzkappe der jüngsten Embryonen finden sich noch keine Wanderzellen, wohl aber treten sie, wenn auch in geringer Anzahl, in dem Gewebe bei dem nächst ältern Stadium auf.

Die Wanderzellen unterscheiden sich von den übrigen Zellen durch ihre Gestalt und Farbe. Sie sind meist kugelig oder etwas lang gestreckt. Das Protoplasma hat sich bedeutend intensiver gefärbt als das der übrigen Zellen. Der Kern hat ebenfalls eine dunklere Färbung und zeichnet sich vor allem durch seine meist unregelmässige Gestalt aus. Sehr oft finden sich mehrere Kerne in einer Zelle.

Viel charakteristischer treten die Wanderzellen in den beiden ältesten Stadien auf. Um zu zeigen, in welcher grossen Menge sie sich hier finden, habe ich eine Stelle aus dem aus verzweigten Zellen bestehenden Gewebe mit homogener Immersion gezeichnet (Fig. 25). Es liegen hier 13 Wanderzellen im Gesichtsfeld, ausserdem bemerkt man eine Epithelzelle, in derem Protoplasma sich Vacuolen finden, ähnlich wie ich es in den hohen, cylindrischen Zellen beschrieben habe. Ob diese Erscheinung ebenfalls der Anfang zu der Umwandlung in eine LEYDIG'sche Zelle ist, wage ich nicht zu entscheiden. Die abgebrochenen Fäden zwischen den Wanderzellen sind abgeschnittene Fortsätze von verzweigten, in einer andern Ebene liegenden Zellen.

Auch in ihrer Gestalt zeigen die Wanderzellen grosse Verschie-

denheiten, was wohl auf ihre amöboide Bewegung zurückzuführen ist. Es sind hier nur einige Formen abgebildet (Fig. 26—29).

Während man in den meisten Fällen 2 Kerne findet, zeigt Fig. 30 eine kleine Wanderzelle mit 7 Kernen.

Entgegen der in neuerer Zeit aufgestellten Behauptung, dass die Wanderzellen aus gewöhnlichen Epithelzellen entständen, glaube ich auf meinen Präparaten eine Bestätigung der alten Ansicht, dass sie bindegewebiger Natur sind, zu finden. Es wurden die Wanderzellen zahlreich in dem Bindegewebe und auch öfters auf der Grenze zwischen Epithel und Bindegewebe angetroffen.

Fig. 31 zeigt eine Wanderzelle, welche zum Theil im Bindegewebe, zum Theil im Epithel liegt, eine andere befindet sich im Bindegewebe.

Fig. 32 stellt zwei Wanderzellen dar, von denen die eine im Bindegewebe, die andere, amöboide Gestalt zeigend, oberhalb der basalen Epithelschicht liegt.

In dem ältesten Stadium bemerkt man öfters in der äussern Zone der Schutzkappe Wanderzellen, welche allem Anschein nach Andeutungen von ihrem bevorstehenden Zerfall zeigen. Solche Zellen sind auf Fig. 33 und 34 dargestellt. Auf der ersten liegt die Wanderzelle in einem Intercellularraum. Der Kern hat eine sehr unregelmässige Gestalt. Das Protoplasma ist kaum sichtbar, nur bei sehr scharfer Einstellung nimmt man in dem schwach gefärbten Protoplasma einzelne feine Fädchen wahr. — Die folgende Figur zeigt diese Verhältnisse in noch viel charakteristischerer Weise. Es liegt auch hier die Wanderzelle in einem Intercellularraum. Von der Zellgrenze ist kaum noch etwas zu sehen. Zwischen den 4 sehr unregelmässigen Kernen verlaufen einzelne Fädchen. Von dem sonstigen Protoplasma ist nichts mehr zu erkennen.

Was mich in der Annahme, dass es sich hier um einen Zerfall der Wanderzellen handelt, bestärkt, ist der Umstand, dass die von der Wanderzelle nach dem Rande der Schutzkappe zu liegenden Epithelzellen ebenfalls vollständig verändert erscheinen. Die Kerne sowohl wie das Protoplasma sind im Vergleich zu den übrigen Zellen schwach gefärbt. In zwei Zellen ist kein Kern sichtbar; ob derselbe in einer andern Ebene liegt, oder schon zerfallen ist, kann nicht festgestellt werden.

Mit einigen Worten soll noch auf die Pigmentzellen, welche in der Schutzkappe der beiden ältesten Stadien vorkommen, eingegangen werden. — Während sie in der Schutzkappe der $7^1/_2$ cm langen Em-

bryonen nur sehr spärlich auftreten, finden sie sich in dem ältesten Stadium in grössern Mengen.

Dass die Pigmentzellen hier aus dem Bindegewebe eingewandert sind, unterliegt wohl keinem Zweifel. Bei den beiden jüngsten Stadien bemerkt man sie nur im Bindegewebe, hierauf treten sie zunächst in den basalen Schichten der Schutzkappe auf und finden sich schliesslich in allen Schichten derselben.

Stellt man nun die bisherigen Befunde zusammen, so ergiebt sich Folgendes:

Bei den jüngsten Embryonen von *Spinax niger* unterscheidet sich das Gewebe in der kleinen Erhebung vor den Rückenflossen nicht wesentlich von dem gewöhnlichen Epithel der übrigen Haut.

Schon bei den $5^1/_2$ cm langen Embryonen nimmt man eine Differenzirung an dem Gewebe der Schutzkappe wahr, welche bei dem nächst ältern Stadium noch viel schärfer hervortritt.

Eine Aehnlichkeit dieses Gewebes mit dem Epithel der übrigen Haut ist nicht mehr vorhanden. Man unterscheidet in dem Gewebe 3 Zonen: eine äussere schmale mit flachen Zellen, eine mittlere, breite, welche sich aus verschieden weit verzweigten Zellen zusammensetzt, und eine innere schmale Zone mit dicht gelagerten Zellen, welche vor der Stachelanlage ihren Abschluss in dem Schmelzepithel, hinter dem Stachel dagegen in der basalen niedrigen Cylinderzellenschicht findet.

In dem Protoplasma des basalen Theils der Schmelzepithelzellen und in dem der übrigen Zellen der innern Zone, welche den erstern aufliegen, zeigt sich eine faserige Structur.

Auf tiefern, der Basis der Schutzkappe genäherten Schnitten schwindet bei beiden Stadien sowohl die Protoplasmafaserung als auch die Differenzirung des Gewebes allmählich, und es erscheinen gewöhnliche Epithelzellen.

Von Leydig'schen Zellen ist bei den $5^1/_2$ cm langen Embryonen noch nichts zu bemerken, wohl aber bei dem ältern Stadium, und zwar findet man sie hier hauptsächlich in der mittlern Zone und nur ganz vereinzelt auch in der äussern Zone.

Wanderzellen zeigen sich bei beiden Stadien, bei dem erstern in geringer Anzahl, bei dem letztern hingegen in grossen Mengen.

In dem ältesten Stadium treten in den einzelnen Regionen der Schutzkappe verschiedene Epithelverhältnisse auf. In dem obern Theil findet man in dem ganzen Gewebe der Schutzkappe eine deutlich ausgeprägte Protoplasmafaserung (Fig. 10—12). Nach der Basis der

Schutzkappe zu nimmt die Protoplasmafaserung ab, und es erscheinen ähnliche Verhältnisse wie bei den frühern Stadien.

Die Leydig'schen Zellen sieht man jetzt in allen Zonen und hauptsächlich in der äussern in grossen Mengen auftreten.

Mit den Wanderzellen verhält es sich ähnlich wie in dem vorhergehenden Stadium.

Wie schon zu Beginn der Arbeit erwähnt, sollen noch einige, dem aus verzweigten Zellen bestehenden Gewebe der Schutzkappe ähnliche, schon bekannte Epithelformationen zum Vergleich herangezogen werden.

In erster Linie ist hier das Gewebe der Schmelzpulpa der Säugethiere zu nennen.

Schon seit langer Zeit ist es bekannt, dass die Schmelzpulpa der Säugethiere aus sternförmigen, unter einander anastomosirenden Zellen besteht. Diese Verhältnisse werden nun wohl in den meisten Arbeiten über die Entwicklung der Säugethierzähne erwähnt, allein nur bei Ballowitz (2) und in der vor Kurzem erschienenen neuen Auflage von Kölliker's Gewebelehre von v. Ebner (15) finden sich gute Abbildungen der Schmelzpulpa.

Ersterer sagt über dieses Gewebe p. 140: „sternförmige Zellen mit fein ausgezogenen, verzweigten, unter sich anastomosirenden Ausläufern, an den Knotenpunkten dieses Zellnetzes umgeben von einer geringen Menge Protoplasma die rundlichen oder ovalen Kerne, in dem Maschenwerk reichliche helle, sich nicht färbende Zwischensubstanz."

Letzterer macht folgende Angabe:

„Das innere oder Gallertgewebe des Schmelzorgans, auch Schmelzpulpa genannt, gleicht auffallend dem sogenannten gallertigen Bindegewebe, indem sternförmige, mit ihren Fortsätzen anastomosirende Zellen, zwischen welchen eine eiweissreiche Flüssigkeit die Lücken erfüllt, das Gewebe herstellen. Eine genaue Untersuchung ergiebt jedoch, dass auch diese Sternzellen nichts als umgewandelte Epithelzellen sind, zwischen welchen stark ausgeweitete Intercellularräume sich befinden, während die Intercellularbrücken zu langen, flügelartigen Verbindungen der Zellkörper geworden sind.

Den Uebergang des Gallertgewebes in den Typus eines gewöhnlichen geschichteten Epithels bildet die intermediäre Schicht (Stratum intermedium), welche aus mehreren Lagen von Pflasterepithelzellen besteht, die sich zwischen das innere Epithel des Schmelzorgans und das eigentliche Gallertgewebe einschieben. Diese Zellen sind, wie jene

der mittlern Lage der Epidermis und des Mundhöhlenepithels, mit Intercellularbrücken versehen, welche an den isolirten Zellen als Stacheln oder Riffe erscheinen, durch welche die Zellen unter einander zusammenhängen, und man kann dort, wo die intermediäre Schicht in das eigentliche Gallertgewebe übergeht, deutlich verfolgen, wie durch Ausweitung der Intercellularräume die ausgedehnten Lücken zwischen den sternförmigen Zellen der Schmelzpulpa entstehen, was zuerst Annell (1) nachwies."

Ich habe Zahnanlagen von Schaf- und Rinderembryonen untersucht und kann danach die von obigen Autoren gemachten Angaben in jeder Hinsicht bestätigen.

Es zeigen aber nicht nur die einzelnen Zellen der Schmelzpulpa bei den Säugethieren grosse Aehnlichkeit mit denen in der Schutzkappe von *Spinax niger*, sondern auch die Anordnung der Zellen stimmt völlig mit jener überein.

Die basale Epithelschicht wird auch hier von einem Schmelzepithel gebildet, welchem einige Lagen von gewöhnlichen Epithelzellen aufliegen. Diese Gewebsregion entspricht der innern Zone in der Schutzkappe von *Spinax*.

Diese normalen Epithelzellen gehen ganz allmählich in die verzweigten Zellen über, und dadurch wird die entsprechende mittlere Zone gebildet. Nach dem äussern Rande der Schmelzpulpa hin stehen die Zellen wiederum dichter und haben die Gestalt und die Anordnung von normalen Epithelzellen. Diese stellen als äussere Zone den Abschluss der Schmelzpulpa gegen das umgebende Bindegewebe her.

Nach den erwähnten Angaben von Ballowitz und von v. Ebner und meinen eigenen Untersuchungen unterliegt es keinem Zweifel, dass es sich hier um dieselben Gewebsverhältnisse handelt, die ich in der Schutzkappe des Flossenstachels von *Spinax niger* beschrieben habe.

Es sei noch erwähnt, dass die einzelnen verästelten Zellen der Schmelzpulpa viel kleiner und die Fortsätze viel zarter sind. Doch ist dies ganz erklärlich, da überhaupt die Gewebe bei den Säugethieren kleinzelliger sind.

Auch unter den Hornzähnen von *Myxine glutinosa* findet sich ein ähnliches Gewebe, über das Angaben von Beard (3), Behrends (5) und Jacoby (24) vorliegen; doch ziehe ich nur die Arbeit von Letzterem heran, da sie zuletzt erschienen ist und die Angaben der andern Autoren über dieses Gewebe sehr genau wiedergiebt.

Jacoby sagt p. 129: „Beard beschreibt dieses Gewebe als geschichtetes Epithel und weiss von Spalten in diesem Epithel zu melden,

die er dadurch erklären will, dass dieses Epithel von verschiedenen Richtungen seinen Ursprung genommen hat.

Behrends hat sich durch den oberflächlichen Eindruck dieses Gewebes in seiner vorläufigen Mittheilung verleiten lassen, von Bindegewebe zu sprechen, steht aber später auf dem richtigen Standpunkt, dass wir ein Gewebe vor uns haben von dem Charakter der Schmelzpulpa der Säugethiere. Er stützt sich mit Recht auf die Befunde Känsche's, der für *Petromyzon planeri* die Entstehung aus Epithel nachweisen konnte. Ich kann hinzufügen, dass ich bei *Petromyzon fluviatilis* und *Petromyzon marinus* ähnliche Verhältnisse vorfand. Ebenfalls richtig ist es, mit Behrends die Spalten im Gewebe als Folge von Zerrung aufzufassen, welche hier beim lebenden Thier in Folge der umgebenden harten Gewebe wirksam ist und nach der Conservirung noch mehr hervortreten wird. Das wird um so wahrscheinlicher, da ich nachweisen konnte, dass die Lage der Spalten durchaus inconstant ist. Im Uebrigen muss noch betont werden, dass auch bei *Myxine* die Entstehung dieses Gewebes durch Zerrung geschichteten Epithels ersichtlich ist, wenn man auf die untern Theile des Gewebes achtet. Diese Theile sind viel weniger der Zerrung ausgesetzt, und hier finden wir denn auch viel mehr eine epitheliale Anordnung der Zellen."

Auf die nähere Beschreibung des Gewebes gehen die Autoren nicht ein. Behrends giebt in seiner zweiten Arbeit 2 gute Abbildungen (fig. 21 u. 22), während die von Jacoby zu sehr schematisirt sind. — Ich verweise auf die Abbildungen von Behrends.

Das Gewebe besteht, ebenso wie in der Schutzkappe von *Spinax niger* aus mehr oder weniger weit verästelten Zellen. Die Intercellularräume sind in der Mitte am weitesten, wie man auf fig. 21 und 22 von Behrends sehen kann.

Behrends hat einen schroffen Uebergang von dem aus verästelten Zellen bestehenden Gewebe zu dem normalen Epithel dargestellt. — In diesem Punkt bin ich zu einem andern Resultat gekommen. Man kann meistens einen ganz allmählichen Uebergang zwischen den verästelten und den gewöhnlichen Epithelzellen beobachten.

Auf Grund meiner vergleichenden Untersuchung bin ich zu der Ueberzeugung gelangt, dass es sich hier um ein dem in der Schutzkappe von *Spinax niger* sehr ähnliches Gewebe handelt.

Ausser den bis jetzt angeführten Objecten, wo sich das aus verästelten Zellen bestehende Gewebe findet, liegen aus der Literatur noch einige weitere Angaben über das Vorkommen ähnlicher Gewebe vor.

v. Brunn (9) hat entsprechende Verhältnisse in dem Follikelepithel von nicht ausgestossenen Eierstockseiern gefunden und S. Mayer (38) in der Nickhaut vom Frosch.

Beide Autoren sprechen die Ansicht aus, dass diese verästelten Zellen sich aus gewöhnlichen Epithelzellen bilden.

Von grosser Wichtigkeit ist auch noch die vor Kurzem erschienene Arbeit von Schuberg (46), in welcher verzweigte Zellen in dem einschichtigen Hodenepithel von *Hirudo* geschildert werden.

Ausser ihm haben noch verschiedene Forscher diese Zellen in dem Epithel von wirbellosen Thieren nachgewiesen.

Schuberg sagt p. 6: „In den dem Vas efferens zunächst liegenden Zellgruppen stossen die einzelnen Zellen noch in der gewöhnlichen Weise an einander, und nur die peripheren Zellen zeigen die Ausläufer, welche sich mit denen der benachbarten verbinden. Dass diese Ausläufer nichts anderes sind, als ausgezogene Zellbrücken, lässt sich leicht aus solchen Stellen ersehen, wo man Uebergänge von kürzern zu längern Zellbrücken wahrnimmt. Je mehr die einzelnen Zellen von einander getrennt werden, desto mehr nehmen sie den Habitus von sternförmigen Bindegewebszellen an, wie man sie im Gallertgewebe antrifft, sie entfernen sich also recht erheblich von dem gewöhnlichen epithelialen Typus. Der allmähliche Uebergang des eigentlichen Epithels zu Elementen von bindegewebigem Typus indessen, die topographischen Verhältnisse und die Wimperbedeckung beweisen, dass auch die letztern Elemente epithelialer Natur sind."

p. 11: „Diese Umbildung der Epithelzellen dürfte zunächst in allgemeiner Hinsicht von Interesse sein, denn sie bestätigen die auch sonst öfter beobachtete Thatsache, dass verschiedene Gewebe ihrer Erscheinungsform nach in einander übergehen, und nur die Entwicklung einen Schluss darüber zulässt, mit welchem Gewebe man es wirklich zu thun hat. Dass in dem vorliegenden Falle das ganze Epithel einen einheitlichen Ursprung besitzt, ist nicht nur von vorn herein wahrscheinlich, sondern auch durch die Untersuchungen Bürger's (10) direct nachgewiesen."

Den oben gemachten Literaturangaben ist nun zu entnehmen, dass sich das aus verästelten Zellen bestehende Gewebe in diesen Fällen aus gewöhnlichem Epithelgewebe entwickelt.

Wie verhält sich nun in dieser Beziehung das aus verästelten Zellen bestehende Gewebe in der Stachelschutzkappe von *Spinax niger*?

Nach meinen Untersuchungen findet sich dieses Gewebe in dem obern Theil der Schutzkappe und vor allem innerhalb der bauchigen Auf-

treibung. Nach der Basis der Schutzkappe hin nimmt es allmählich ab, und an seine Stelle tritt normales Epithelgewebe, das, wie man jetzt allgemein annimmt, aus einzelnen, durch schmale Intercellularräume getrennten Zellen besteht, die wiederum durch Intercellularbrücken, in welchen das Protoplasma der Zellen verläuft, in Verbindung stehen. Es ist somit eigentlich auch hier jede andere Entstehung des aus verästelten Zellen bestehenden Gewebes als aus dem normalen Epithelgewebe ausgeschlossen.

Um jedoch jeden Zweifel zu benehmen, kann als directer Beweis, dass es sich hier um ein Epithelgewebe handelt, noch die Anwesenheit der Leydig'schen Zellen zwischen den verschieden weit verästelten Zellen gelten; denn Leydig'sche Zellen sind bekanntermaassen epithelialen Ursprungs und kommen nur im Epithelgewebe vor.

Legt man sich nun die Frage vor, durch welche Ursache die Umwandlung der gewöhnlichen Epithelzellen in verästelte Zellen hervorgerufen ist, so kann ich mich in dieser Beziehung der Ansicht von Behrends und Jacoby, nach der dieses Gewebe unter den Hornzähnen von *Myxine glutinosa* in Folge von Zerrungen der umgebenden Hartsubstanzen entstanden sein soll, nicht anschliessen.

Meine Meinung geht vielmehr dahin, dass das aus verzweigten Zellen bestehende Gewebe durch Auflockerung der normalen Epithelzellen in Folge einer vermehrten Lymphzufuhr zu Stande gekommen ist.

Für diese Annahme spricht einmal die grosse Menge von Wanderzellen, die sich zwischen den verästelten Zellen in der Stachelschutzkappe von *Spinax niger* befindet, andrerseits der allmähliche Uebergang von den normalen Epithelzellen zu den verästelten Zellen.

Es bleibt nun noch ein Punkt zu erörtern übrig, nämlich welche Function dem aus verzweigten Zellen bestehenden Gewebe zukommt. Bei der Schmelzpulpa nimmt man als Function an, dass sie den Platz für den wachsenden Zahn freihalten soll; wenn dies wirklich der Fall ist, so erscheint es doch sonderbar, dass nur bei den Säugethieren eine Schmelzpulpa zur Ausbildung gelangt und auch hier sich noch Ausnahmen finden, wie beispielsweise bei *Phocaena* und *Bradypus*.

Auch der Schutzkappe von *Spinax niger* könnte man diese Function zuschreiben, doch näher als diese liegt, dass die Schutzkappe einerseits als Schutz für den sich entwickelnden Stachel, andrerseits als Schutz für den mütterlichen Uterus dient. Beide angeführten Gründe sind aber durchaus nicht stichhaltig, wenn man berücksichtigt, dass bei den meisten Dornhaien die Schutzkappe aus gewöhnlichen Epithelzellen

besteht und, so weit wir wissen, nur bei *Spinax niger* eine Schutzkappe mit verzweigten Zellen entwickelt ist.

Nach dem Gesagten fällt es nun sehr schwer, die Function des Gewebes unter den Hornzähnen von *Myxine glutinosa* zu erklären. Es ist daher am rathsamsten, ganz allgemein das aus verzweigten Zellen bestehende Gewebe als ein elastisch wirkendes Polster aufzufassen, das bei den genannten Objecten verschieden wirkt.

Die bisher geschilderten Epithelverhältnisse dürften, wie schon Schuberg (46) von denen des Hirudineenhodens behauptet, für die Beurtheilung der kürzlich zwischen Blochmann und Bott geführten Discussion nicht ohne Werth sein. — Es handelt sich nämlich um den Begriff Epithel. Während Bott behauptet, dass zum Begriff „Epithel" eine bestimmte Zellenanordnung gehört, und verästelte Zellen nicht zum Epithel zu rechnen seien, lässt Blochmann ersteres für den „Schulbegriff Epithel" gelten, führt dann aber das allgemein als Epithel anerkannte Gewebe in der Schmelzpulpa der Säugethiere und ausserdem dasjenige der Stachelschutzkappe von *Spinax niger,* welches er gelegentlich untersucht hatte, an, um die Unhaltbarkeit der Bott'schen Ansicht darzulegen.

Hat nun auch Blochmann für seine letzte Behauptung keinen eingehenden Beweis erbracht, so kann wohl meine Untersuchung der Gewebsverhältnisse in der Schutzkappe von *Spinax niger* als völliger Beweis für die nicht zutreffende Auffassung Bott's dienen.

Aus dieser Discussion ist nun zu entnehmen, dass unter dem gewöhnlichen Begriff Epithel nicht nur die normalen Epithelgewebe verstanden werden können, sondern auch Gewebsformationen, deren Zellen verästelt und dadurch Bindegewebszellen ähnlich sind.

Es ist hier noch zu betonen, dass bei Bindegewebsformationen mit verästelten Zellen die Zwischensubstanz (Gallerte, Knorpelsubstanz etc.) von besonderer Wichtigkeit ist. In den Epithelformationen, die aus verästelten Zellen bestehen, ist von einer Zwischensubstanz nichts bekannt.

Neben den Untersuchungen über das Epithelgewebe der Schutzkappe ist noch der fertige Bau und die Entwicklung des Flossenstachels von *Spinax niger* einem genauen Studium unterworfen.

Auf die vorhandene Literatur gehe ich nicht weiter ein, da Markert (36) in seiner Arbeit einen Ueberblick gegeben hat und seither noch keine weitere diesbezügliche Arbeit erschienen ist.

Zunächst soll das Aeussere und der Bau des fertigen Stachels, dann die Entwicklung desselben während vier verschiedener Alters-

stadien geschildert, und zum Schluss, soweit es möglich ist, meine Befunde mit denjenigen, welche MARKERT über den *Acanthias*-Stachel veröffentlicht hat, verglichen werden.

Ich erwähne schon hier, dass der feinere Bau der den Stachel zusammensetzenden Substanzen nicht berücksichtigt wird.

Die Verhältnisse des fertigen Stachels sind bei einem ausgewachsenen, ca. 34 cm langen Thier untersucht.

Die Länge des hintern Flossenstachels beträgt 2,5 cm, die des vordern 1,7 cm.

Entfernt man auf einer Seite die den Stachel umgebenden Weichtheile, so unterscheidet man einen frei über die Oberfläche des Körpers ragenden Kronentheil, der nur an seinen seitlichen, ausgekehlten Flächen von einer dünnen Hautdecke überzogen ist, und einen von Weichtheilen gänzlich eingeschlossenen Wurzeltheil.

Letzterer liegt mit seiner hintern, concaven Seite dem Flossenknorpel an (Fig. 35 und 36).

Von dem vordern Ende des Flossenknorpels geht ein Knorpelstab in die Pulpahöhle des Stachels.

Nimmt man den Stachel vollständig aus den Weichtheilen heraus (Fig. 37), so sieht man, dass die vordere Fläche der Wurzel convex, die hintere flach concav ist. Die Wurzel hat in ihrem untern Theil eine matt weissliche Färbung, nach dem Kronentheil zu zeigt sie einen etwas dunklern Ton mit bräunlichen Punkten.

Der Kronentheil setzt sich scharf gegen die Wurzel ab, sowohl durch seine verschiedene Gestalt als auch durch seine bedeutend dunklere Färbung. Die Krone verjüngt sich nach der Spitze zu und ist an beiden seitlichen Flächen eingekehlt. Der vordere Rand ist hauptsächlich in den untern Theilen der Krone von den Seitenflächen scharf abgesetzt. Er zeigt nach vorn eine gewölbte, convexe Oberfläche, welche von einer glänzenden Schicht überzogen ist. Die Grenze des Randes gegen die Wurzel ist scharf abgeschnitten.

An den hintern Enden der Seitenflächen zeigt sich je eine Verdickung, welche an der Spitze des Stachels am stärksten ausgeprägt ist und nach der Wurzel hin allmählich abnimmt. Diese Verdickungen sind ebenfalls von der glänzenden Schicht überzogen. Die beiden ausgekehlten Flächen und die hintere, flach convexe Fläche zeigen denselben matten Ton der Oberfläche wie die Wurzel, nur sind sie, vor allem die Seitenflächen, bedeutend dunkler gefärbt als die Wurzel.

Von dem herausgelösten hintern Stachel sind, nachdem er zuvor gut getrocknet war, einige Querschliffe angefertigt. Leider gelang

es trotz aller Sorgfalt nicht, einen vollständig unversehrten Schliff zu erhalten, da in Folge der dünnen Wände beim Schleifen leicht Theile derselben absprangen.

Bei der Untersuchung eines Querschliffes durch den obern Theil der Stachelkrone (Fig. 38) fällt sofort auf, dass sich derselbe in hohem Maasse von dem von MARKERT auf tab. 46, fig. 8 abgebildeten Schliff durch die Spitze eines *Acanthias*-Stachels unterscheidet. Wenn man auch dieselben Bestandtheile des Stachels, Schmelz und Dentin findet, so zeigen diese Theile doch bezüglich der Gestalt und der Beschaffenheit der Dentinwände und der Lagerung des Schmelzes auf dem Stachel andere Verhältnisse.

Während der Kronentheil des *Acanthias*-Stachels von zwei vordern convexen, sich unter einem spitzen Winkel schneidenden Flächen und einer hintern concaven Fläche begrenzt wird und den beiden vordern Flächen sowie den beiden seitlichen Dritteln der hintern ein gleichmässiger Schmelzüberzug aufliegt, zeigt der vorliegende Schliff an seinem vordern Ende eine convexe Fläche, welche mit Schmelz, der in Folge des Schleifens abgesprungen ist, überzogen wird. Die seitlichen Flächen sind ausgekehlt, und an den hintern Enden dieser Flächen, die, wie schon erwähnt, bei dem fertigen Stachel verdickt sind, sieht man ebenfalls eine Schmelzdecke. Die hintere Fläche des Stachels ist schwach convex und zeigt keinen Schmelz.

An dem Dentin macht sich in so fern eine grosse Abweichung von dem *Acanthias*-Stachel geltend, als die von MARKERT in der äussern Zone der Stachelwand erwähnte längsfasrige, stark pigmentirte Dentinschicht hier fehlt. Das Dentin besteht vielmehr aus einer vollständig gleichmässigen Substanz.

Die Dentinwände umschliessen nicht, wie bei *Acanthias*, nur eine in der Mitte gelegene Pulpahöhle, sondern 2 vollständig von einander getrennte, und zwar eine kleinere, im vordern Theil des Stachels gelegene, und eine grössere, hintere, in welche der Knorpelstab sich erstreckt. Ausserdem kann man in dem Dentin der rechten Seite des Stachels an dem hintern Ende noch den Rest einer Pulpahöhle erkennen.

Von der grössern Pulpahöhle erstrecken sich nach allen Seiten feine, vielfach verzweigte Dentinröhrchen in die Dentinwände. Kürzere, verzweigte Dentinröhrchen gehen auch von der vordern Höhle aus.

Auf einem durch die Mitte des Stachels gehenden Querschliff (Fig. 39) erscheint sowohl die vordere wie die hintere Pulpahöhle bedeutend grösser, dem entsprechend sind die Dentinwände von ge-

ringerer Dicke und die diese durchziehenden Dentinröhrchen sehr kurz und wenig verzweigt. Von seitlichen Pulpahöhlen ist hier nichts zu sehen.

Der vordere Theil des Stachels ist im Gegensatz zu dem des zuerst geschilderten Schliffes hier sehr scharf von dem hintern abgesetzt. — Schmelz ist nur an der rechten Seite erhalten. An der linken vordern Seite und an den beiden seitlichen hintern Kanten sind sowohl der Schmelz wie Stücke der Dentinwand abgesprungen.

Die bei dem ersten Querschliff erwähnten Abweichungen von dem Stachel des *Acanthias* beziehen sich in gleicher Weise auf den vorliegenden.

Während nun bei dem fertigen Stachel von *Spinax niger* sich wesentlich andere Verhältnisse als bei *Acanthias* gezeigt haben, findet man bei Beginn der Entwicklung ziemlich viel Aehnlichkeit zwischen beiden Stacheln; aber bald machen sich in der Weiterentwicklung des Stachels von *Spinax* Veränderungen bemerkbar, welche allmählich zu dem vollständig abweichenden Aussehen des ausgebildeten Stachels überleiten.

Bei den jüngsten Embryonen von $3^1/_2$—4 cm Länge kann man in der stecknadelkopfstarken Erhebung vor den Rückenflossen weder auf Längs- noch auf Querschliffen etwas von der Stachelanlage bemerken.

Das nächst ältere Stadium, ein Embryo von $5^1/_2$ cm Länge, zeigt schon eine ansehnliche Schutzkappe (Fig. 2) und innerhalb derselben den in Entwicklung begriffenen Stachel.

Die Figg. 40—43 sollen die Stachelentwicklung dieses Stadiums veranschaulichen. Zur bessern Orientirung ist die Lage der abgebildeten Querschnitte auf dem zugehörigen Längsschnitt durch Pfeile angedeutet.

Auf einem medianen Sagittalschnitt (Fig. 40) setzt sich das veränderte Gewebe der Schutzkappe in einen Streifen gewöhnlichen Epithels fort, welcher sich in das unter der Schutzkappe gelegene Bindegewebe erstreckt. Sowohl bei dem Epithel der Schutzkappe wie bei dem sich in das Bindegewebe erstreckenden Epithelstreifen wird die basale Schicht von einem Cylinderepithel, dem Schmelzepithel, gebildet.

Abweichend von der Schilderung Markert's liegt auf dem vorliegenden Schnitt das Schmelzepithel nicht nur der vordern Seite des Stachels an, sondern es erstreckt sich auch über die Spitze hinweg ein Stück weit an der hintern Wand des Stachels nach abwärts. Wie sich später zeigen wird, erklärt sich aus dieser Anlage des Schmelzepithels die grosse Abweichung in der Ablagerung des Schmelzes.

Das Dentin des Stachels hat die Gestalt einer dünnwandigen Pyramide. Sie umschliesst ungefähr das obere Drittel der ganzen Länge des Knorpelstabes.

Die vordere Dentinwand ist etwas länger als die hintere. Bei stärkerer Vergrösserung bemerkt man, dass das Dentin noch eine lockere Substanz darstellt und an seinem untern Ende sich aus einzelnen Fädchen zusammensetzt.

Von dem vordern Ende des Flossenknorpels ragt in den vom Dentin umschlossenen Raum, in die Pulpahöhle des Stachels, ein Knorpelstab hinein. Dieser Knorpelstab zeigt an seinem obern Ende noch prächondrales Gewebe.

Von einer Schmelzschicht ist auf der vorliegenden Abbildung nichts zu bemerken, da dieselbe bei sehr schwacher Vergrösserung gezeichnet ist. Bei stärkerer Vergrösserung sieht man den Schmelz nicht nur der vordern Wand anliegen, sondern auch die Spitze des Stachels und den obern Theil der hintern Wand überziehen, was der gleich zu beschreibende Querschnitt durch die Spitze des Stachels veranschaulicht (Fig. 41).

In der Mitte des Gewebes der Schutzkappe ist ein kleiner, von dem Schmelzepithel begrenzter Hohlraum zu sehen. In diesem liegt die dunkel gefärbte Dentinspitze, welche allseitig von einer hellern Substanz, dem Schmelz, umschlossen ist.

Der Schmelz wird durch einen Zellencomplex von dem hintern Schmelzepithel getrennt. Dieser entspricht dem auf dem Längsschnitt angedeuteten Bindegewebsstrang, welcher der hintern Stachelwand anliegt und sich zwischen das hintere Schmelzepithel und die hintere Wand der Stachelspitze einschiebt.

Auf der folgenden Fig. 42, einem etwas tiefer gelegenen Querschnitt, haben sich die Verhältnisse wesentlich geändert.

Das Schmelzepithel stellt ein halbmondförmiges Gebilde dar, die beiden Hörner desselben sind etwas einwärts gekrümmt. Die lockere Consistenz des Dentins zeigt sich hier viel deutlicher als auf dem geschilderten Längsschnitt. Das Dentin bildet einen Ring, welcher die aus Bindegewebe bestehende Pulpa umschliesst. Nur der vordern Wand und den beiden seitlichen Dritteln der hintern Wand liegt noch Schmelz an. Das mittlere Drittel der hintern Wand wird von einem von der Flosse kommenden Bindegewebsstrang bedeckt, von welchem sich nach beiden Seiten zwischen die hintere Wand des Stachels und die einwärts gekrümmten Enden des Schmelzepithels Bindegewebszellen eingeschoben haben.

Der zwischen der vordern Wand des Stachels und dem Schmelzepithel liegende Hohlraum ist hier, wie auch Markert bei seinen Präparaten annimmt, in Folge der Conservirung entstanden.

Auf der folgenden Fig. 43 ist die Wand des Stachels aus einzelnen Dentinkügelchen, welche in einer Grundsubstanz eingebettet sind, gebildet.

Schmelz zeigt sich jetzt nur noch an der vordern Wand. In der Pulpahöhle — der hintern Wand genähert — liegt der Querschnitt des Knorpelstabes von einem lockern Bindegewebe umschlossen, welches nach der vordern Stachelwand hin immer mehr an Dichte zunimmt.

Zwischen den seitlichen Enden der hintern Wand und den einwärts gekrümmten Hörnern des Schmelzepithels liegt jetzt bedeutend mehr Bindegewebe als auf der vorigen Abbildung. Unterhalb des Schmelzepithels erstreckt sich das Bindegewebe der Flosse allmählich in das Epithelgewebe der Schutzkappe.

Je weiter sich die Schnitte der Basis der Stachelanlage nähern, desto mehr nehmen die Dentinwände und die Schmelzschicht des Stachels an Umfang ab. Vor dem Schmelzepithel auf der äussern Grenze der innern Zone tritt innerhalb des aus verästelten Zellen bestehenden Gewebes ein Bindegewebscomplex auf, der von einem niedrigen Cylinderepithel umschlossen ist (Fig. 48 des folgenden Stadiums). Je tiefer liegende Schnitte man untersucht, desto umfangreicher stellt sich dieser Bindegewebscomplex dar, welcher schliesslich mit den auf beiden Seiten neben der Stachelanlage sich erstreckenden Bindegewebseinstülpungen, wie auf Fig. 41 angedeutet ist, in Verbindung tritt. Es ist dann die ganze Stachelanlage von Bindegewebe umschlossen.

Von dem Dentin und dem Schmelz ist jetzt nichts mehr zu sehen; das Schmelzepithel hat sich in drei Theile aufgelöst. Den einzelnen Theilen des Schmelzepithels liegen einige Lagen von normalen Epithelzellen auf und stellen mit erstern 3 getrennte Schmelzorgane dar. Es finden sich hier dieselben Verhältnisse, welche auf Fig. 49 von dem nächst ältern Stadium abgebildet sind.

Die in diesem Stadium auftretenden Dentinwände entsprechen der vordern und hintern Wand des obern Theils der Krone des fertigen Stachels.

Bei dem nächst ältern Stadium, einem $7^1/_2$ cm langen Embryo, treten in dem obern Theil des Stachels ähnliche Verhältnisse auf, wie sie bei dem vorigen Stadium geschildert worden sind, in den tiefern

Partien hingegen zeigen sich grosse Veränderungen, sowohl an dem Schmelzepithel wie an den Hartsubstanzen.

Die Figg. 44—49 sollen die Veränderungen in der Stachelentwicklung zeigen.

Auf einem medianen Sagittalschnitt (Fig. 44) sieht man, dass sowohl der Stachel wie der Knorpelstab bedeutend in der Entwicklung vorgeschritten ist. Der Knorpelstab geht an seiner Spitze immer noch in prächondrales Gewebe über, ein Zeichen, wie MARKERT sagt, dass der Knorpel an seiner Spitze noch fortgesetzt wächst.

Das Dentin ist an der Spitze des Stachels schon von fester, homogener Beschaffenheit, während es sonst noch die Verhältnisse des vorigen Stadium zeigt. Der Schmelz ist hier genau so gelagert wie früher, nur bildet er auf der Dentinspitze des Stachels eine wohl ausgebildete Kappe. Das Bindegewebe in der Pulpahöhle hat sich gegen früher nicht verändert. Pigmentzellen zeigen sich in dem die Basis der Stachelanlage umgebenden Bindegewebe, während sie in der Pulpahöhle des Stachels noch nicht zu finden sind.

Die Dentinwände auf diesem Längsschnitt entsprechen der vordern und hintern Wand des Kronentheils des fertigen Stachels.

Auf einem mehr seitlichen Längsschnitt (Fig. 45) treten die oben angedeuteten Veränderungen auf. Von den Dentinwänden des vorigen Schnittes sieht man hier nur noch den untern Theil der vordern Wand und die hintere Wand des Stachels. Ausserdem ist noch eine neue Dentinwand getroffen, welche beim fertigen Stachel die seitliche, ausgekehlte Fläche der Krone und die seitliche Begrenzung der Wurzel darstellt. Diese erscheint auf dem vorliegenden als ein vor dem Knorpelstab in dem Bindegewebe liegender Dentinstab, der sich nach unten weit über das Schmelzorgan hinaus erstreckt und mit seinem obern Ende in der Höhe, wo die vordere Wand der Krone ihren Abschluss erreicht, mit der hintern Wand in Verbindung tritt.

Diese Verhältnisse werden klarer bei der Betrachtung der Querschnitte dieses Stadiums, weshalb dort auch erst die Veränderungen näher besprochen werden sollen.

Auf den Schnitten durch die Spitze des Stachels findet man ähnliche Verhältnisse, wie sie Fig. 41 des vorigen Stadiums zeigt. Die Schutzkappe steht hier noch nicht in Verbindung mit der Flosse, so dass daher die Stachelanlage allseitig von dem Gewebe der Schutzkappe umschlossen ist. Auch die Fig. 46 hat noch grosse Aehnlichkeit mit der entsprechenden des vorigen Stadiums. Die Schutzkappe steht

jetzt in Verbindung mit der Flosse, und man sieht den von der Flosse nach der Stachelanlage sich erstreckenden Bindegewebsstrang.

An dem Dentin, welches dieselbe Form zeigt wie auf Fig. 42, kann man hier, was auf dem zugehörigen Längsschnitt nicht genau zu sehen war, deutlich zwei verschiedene Schichten beobachten, und zwar eine innere dickere, heller gefärbte und eine äussere schmale, dunkle Schicht. Schmelz liegt nur noch der vordern Wand an. Derselbe lässt bei stärkerer Vergrösserung deutlich eine radiäre Streifung erkennen.

In der Pulpahöhle nahe der hintern Wand liegt ein rundliches Gebilde aus prächondralem Gewebe, welches die Spitze des Knorpelstabes vorstellt. Dasselbe wird von lockerm Bindegewebe umschlossen.

Hinter der Stachelanlage erstreckt sich auch hier wiederum das Bindegewebe seitlich in das Gewebe der Schutzkappe.

Auf der Fig. 47 machen sich die auf dem seitlichen Längsschnitt erwähnten Veränderungen bemerkbar, und zwar einerseits an dem Schmelzepithel und andrerseits an dem Stachel selbst.

Das Schmelzepithel hat sich im Vergleich zu dem der vorigen Abbildung wesentlich verändert. Der vordere Abschnitt ist bedeutend steiler, die seitlichen Enden dagegen sind flacher geworden. Auf beiden Seiten des Schmelzepithelbogens bemerkt man, dass ungefähr in der Mitte ein Theil der Schmelzzellen ihre charakteristische Gestalt aufgegeben haben und das Aussehen von gewöhnlichen Epithelzellen zeigen.

Da bei dieser und der nächsten Figur jedesmal die Veränderungen auf der linken Seite der Stachelanlage weiter vorgeschritten sind als auf der rechten, werde ich der Einfachheit halber dieselben nur auf der linken Seite schildern.

Durch die Umwandlung der Zellen ist das Schmelzepithel auf jeder Seite in zwei Theile getrennt. Auf dem dieser Trennungsstelle anliegenden Dentin sieht man den Schmelzüberzug verschwinden. Auch mit dem Dentin selbst geht eine grosse Veränderung vor sich. Zunächst bemerkt man, dass das Dentin an der vordern Wand und an den seitlichen Theilen der hintern Wand sich stark auflockert und dass sich dann, wie es Fig. 47 zeigt, die Dentinwand in zwei Theile trennt. Das untere Ende des obern Abschnitts derselben hat sich ein wenig in das Innere der Pulpahöhle vorgeschoben. Die hintere Wand hat sich von dem untern Abschnitt der vordern Wand losgelöst, und auf der Grenze des aufgelockerten Theils der hintern Wand erstreckt sich von derselben ein Dentinzapfen in das Innere der Pulpahöhle.

Dieser Zapfen ist auf einem etwas tiefer gelegenen Schnitt (Fig. 48) mit dem gegen das Innere der Pulpahöhle vorgeschobenen Theil des obern Abschnitts der vordern Dentinwand in Verbindung getreten.

Hierdurch hat man auf dieser Abbildung 3 unter sich getrennte, aber noch nicht völlig durch Dentin abgeschlossene Hohlräume: eine mittlere und 2 seitliche Pulpahöhlen. An Stelle der gewöhnlichen Epithelzellen an den Trennungsstellen des Schmelzepithels ist auf diesem Schnitt Bindegewebe, in welchem auf der rechten Seite 2 kleine Blutgefässe liegen, getreten. Die Stachelanlage auf dieser Figur hat sich gegen die der vorhergehenden Abbildung bedeutend verlängert, was bei dem ältesten Stadium noch viel deutlicher zu Tage treten wird.

Schmelz findet man jetzt nur noch an den mit dem Schmelzepithel bedeckten Theilen der Dentinwände. Auf Fig. 47 sowohl wie auf der vorliegenden ist von dem Schmelzepithel nicht nur beiderseits an der äussern Wand der seitlichen Pulpahöhlen Schmelz abgeschieden, sondern auch noch über die äussere Wand hinaus, bis zu der Stelle, wo das Schmelzepithel nach innen eingebogen ist.

In der mittlern Pulpahöhle liegt der hintern Wand genähert der Knorpelquerschnitt. Derselbe wird an seiner vordern Seite von lockerm, mit mehreren Blutgefässen durchsetztem Bindegewebe umgeben. In dem vordern steilen Abschnitt der Pulpahöhle liegt dichtes Bindegewebe, welches sich kaum gegen das Dentin der vordern Wand absetzt. Vor dem vordern Schmelzepithel zeigt sich genau so wie bei dem vorigen Stadium ein Bindegewebscomplex, der auf den tiefern Schnitten immer grösser wird und die Stachelanlage mehr und mehr umschliesst.

Das Dentin der vordern Wand der mittlern Pulpahöhle und das der äussern Wände der seitlichen Höhlen nimmt immer mehr an Umfang ab und ebenfalls der diesen Theilen aufliegende Schmelz.

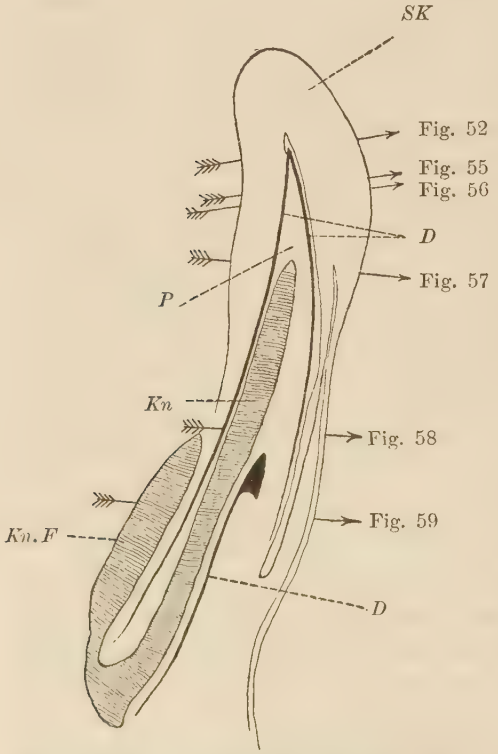
Auf der Fig. 49 liegt die Stachelanlage vollständig im Bindegewebe. Von Schmelz ist nichts mehr zu sehen und von dem Dentin nur noch die hintere Wand und die seitlichen Wände der mittlern Pulpahöhle.

Auf noch tiefer liegenden Schnitten verschwinden auch die hier noch vorhandenen Dentinwände und zuletzt die 3 getrennten Schmelzorgane. An Stelle der Dentinwände der mittlern Pulpahöhle treten schliesslich dicht gelagerte Bindegewebszellen.

Die Stacheln der ältesten zur Untersuchung gelangten Embryonen wurden, wie schon im 1. Theil der Arbeit erwähnt, mit dem um-

gebenden Gewebe zuvor entkalkt, aber trotzdem boten sie beim Schneiden grosse Schwierigkeiten.

Wegen der verschieden stark entwickelten Dentinwände mit den dazwischen liegenden Weichtheilen und des den Stachel umgebenden zarten Gewebes der Schutzkappe waren einzelne Faltungen und Zerreissungen, welche verschiedene Lücken in den Serien hervorriefen, nicht zu vermeiden. Trotzdem liess sich die Untersuchung gut durchführen. An den Zeichnungen wurden an der einen oder andern Stelle, wo das Dentin oder das Gewebe zerrissen war, mit Berücksichtigung der thatsächlichen, sich auf den benachbarten Schnitten zeigenden Verhältnisse, kleine Correcturen vorgenommen.



Medianer Längsschnitt durch die Stachelanlage eines $11^1/_2$ cm langen Embryos. 24fache Vergr.

Infolge des Entkalkens ist der Schmelz vollständig verschwunden.

Der Uebersicht halber ist auf dem nebenstehenden schematischen Längsschnitt die Lage der einzelnen Querschnitte dieser Serie angegeben. Die Figg. 50—52 und 55—59 sollen die Verhältnisse dieses Stadiums veranschaulichen.

Der obere Theil des Stachels zeigt, wie auf dem medianen Längsschnitt Fig. 50 und den durch diese Partie gehenden Querschnitten Fig. 52 und 55 zu sehen ist, im Allgemeinen die frühern Befunde; nur haben die Dentinwände sehr an Umfang zugenommen.

Auf dem medianen Längsschnitt Fig. 50 stellt die vordere und hintere Wand des Stachels am obern Ende einen soliden Kegel dar, welcher von feinen, längs verlaufenden Dentinröhrchen durchzogen ist.

Der entsprechende Querschnitt zeigt eine solide Dentinscheibe mit

hellen Kreisen, den quer geschnittenen Dentinröhrchen, ausserdem sieht man nach allen Richtungen in der Schnittfläche zarte, dunkle Faden verlaufen. An der Dentinscheibe kann man deutlich 3 verschieden stark gefärbte Zonen unterscheiden, und zwar eine schmale äussere, helle Randzone, an diese, nach innen sich anschliessend, eine dunkel gefärbte und eine central gelegene, hellere Zone.

Auf einem etwas tiefer gelegenen Schnitt (Fig. 55) sieht man anstatt der Dentinscheibe die vordere und hintere Wand des Stachels die mit Bindegewebe angefüllte Pulpahöhle umschliessen. Das Gewebe der Pulpahöhle, in welchem überall vereinzelte Pigmentzellen liegen, ist in der Mitte der Höhle ziemlich locker, nach den Wandungen hin wieder dichter, und man kann einzelne Fortsätze von Bindegewebszellen in dem Dentin verfolgen.

An der Dentinwand unterscheidet man auch hier eine innere und äussere schmale, heller gefärbte Randzone und zwischen diesen beiden eine breite dunkle Zone. Diesen Färbungsunterschied kann man auf sämmtlichen nachfolgenden Schnitten erkennen.

In den tiefern Partien des medianen Längsschnitts, und zwar in dem Bindegewebe zwischen dem Knorpelstab und dem untern Ende des Schmelzorgans, liegt ein dicker Dentinstab, welcher nach oben frei in der Pulpahöhle endigt und nach unten bis zum Ende des Knorpelstabes reicht. Die beiden seitlichen Dentinwände, die sich zuerst auf dem seitlichen Längsschnitt des vorigen Stadiums zeigten, sind also hier in den untern Partien der Stachelanlage nach vorn mit einander in Verbindung getreten. Dies findet seine Bestätigung, wenn man die später zu schildernden Querschnitte durch die Wurzel und den untern Theil der Krone betrachtet, auf welchen die hintere mittlere Pulpahöhle von der vordern durch eine Dentinwand getrennt ist (Fig. 59).

Auf einem lateralen Längsschnitt (Fig. 51) ist, wie bei dem des vorigen Stadiums, wiederum die seitliche Dentinwand getroffen. Nach oben tritt sie mit der hintern Wand in Verbindung, nach unten liegt sie der ganzen Länge des Knorpelstabes auf. Von der vordern Wand ist der untere Theil zu sehen, welcher auf diesem Schnitt mit der mittlern Dentinwand in Verbindung steht.

Auf dem auf Fig. 56 abgebildeten Querschnitt ist die vordere und hintere Wand des Stachels und ausserdem die auf dem lateralen Längsschnitt erwähnte, seitliche Dentinwand, welche hier die mittlere Pulpahöhle seitlich begrenzt, zu sehen. Dieser Querschnitt hat einige Aehnlichkeit mit demjenigen der Fig. 48 des vorigen Stadiums. Während

auf jener Figur 3 von einander getrennte, aber noch nicht völlig abgeschlossene Räume vorhanden sind, sieht man hier 3 gänzlich von Dentin umschlossene, getrennte Pulpahöhlen, und zwar eine mittlere und 2 seitliche.

Die oben erwähnten 3, verschieden gefärbten Dentinzonen nimmt man hier sowohl an den Wänden der mittlern, wie an denen der seitlichen Pulpahöhlen wahr. Das Bindegewebe in der mittlern Pulpahöhle ist auf dieser Abbildung weggelassen, da es dieselben Verhältnisse wie auf der Fig. 55 zeigt.

Auf den folgenden Schnitten treten fortwährend an den Seitenwänden der mittlern Pulpahöhle Veränderungen auf.

Schon auf der nächsten Fig. 57 bemerkt man eine Einkrümmung der seitlichen Wände in das Innere der mittlern Pulpahöhle, in welcher, der hintern Wand genähert, die Spitze des Knorpelstabes noch als prächondrales Gewebe liegt. Von vorn und seitlich wird dasselbe von lockerm Bindegewebe, in welchem man Pigmentzellen und Blutgefässe wahrnimmt, umschlossen; nach den Dentinwänden hin wird dasselbe dichter.

Die Einkrümmung der Wände nimmt auf den folgenden Schnitten immer mehr zu; auf Fig. 58 tritt eine Theilung der mittlern Pulpahöhle auf, und zwar in einen vordern kleinen und einen hintern grössern Raum. In letzterm liegt der Querschnitt des jetzt aus echtem Knorpelgewebe bestehenden Knorpelstabes. Beide Pulpahöhlen stehen noch durch einen schmalen Verbindungscanal in Zusammenhang. Dieser ist auf der folgenden Fig. 59 an der Grenze der hintern mittlern Pulpahöhle durch Dentin verschlossen. Die vordere Pulpahöhle erstreckt sich noch in den frühern Verbindungscanal bis zu der vordern Wand der hintern mittlern Höhle.

Wie schon bei der Beschreibung der Epithelverhältnisse erwähnt wurde, zeigt sich auf Fig. 59 an der vordern Wand des Stachels ein vollständig von Bindegewebe umschlossenes Schmelzorgan mit einem wohl ausgebildeten Schmelzepithel, während beiderseits an der äussern Wand der seitlichen Pulpahöhlen ein solches noch nicht zur Ausbildung gelangt ist; doch kann man schon aus der Anordnung der Zellen den Beginn der Umbildung zum Schmelzorgan deutlich erkennen. Die basale Zellenschicht, welche hier von mittelgrossen Zellen gebildet wird, setzt sich nach vorn und hinten auf hohe cylindrische Zellen fort. Diese umschliessen neben der Stachelanlage einen kleinen, lang gestreckten und hinter der Stachelanlage einen breitern, an der Innenseite mit zahlreichen Bindegewebseinstülpungen versehenen

Epithelcomplex. Diese beiden Epithelhaufen werden von dem äussern Epithel durch den früher oft erwähnten, mit Bindegewebe erfüllten Hohlraum getrennt.

Auf den folgenden Schnitten nimmt zunächst der neben der Stachelanlage liegende Epithelcomplex an Umfang ab, und mit dem Verschwinden desselben bildet sich an der äussern Wand der lateralen Pulpahöhlen das Schmelzorgan aus, welches jetzt nur noch mit dem hinter der Stachelanlage liegenden Epithelhaufen zusammenhängt.

Auf noch tiefer liegenden Schnitten ist auch dieser verschwunden, und es zeigt sich ein Schmelzorgan mit einem charakteristischen Schmelzepithel, welches gänzlich von Bindegewebe umschlossen ist.

Je näher die Schnitte der Basis des Kronentheils liegen, desto mehr nehmen die äussern Wände der seitlichen Pulpahöhlen und die Wände des frühern Verbindungsstücks zwischen den beiden Pulpahöhlen an Umfang ab, bis sie schliesslich auf der Grenze von Krone und Wurzel gänzlich schwinden.

Von den Schmelzorganen verschwindet zuerst das vordere und dann allmählich die beiden lateralen. In der Region der Wurzel ist von denselben nichts mehr zu sehen.

Die die frühere mittlere Pulpahöhle umschliessenden Dentinwände stellen jetzt den Wurzeltheil des Stachels dar, in welchem der Knorpelstab liegt. Die vordere Seite der Wurzel wird von einer convexen, die hintere von einer schwach concaven Fläche gebildet.

Zum Schluss sollen nochmals kurz die Befunde über die Entwicklung des Stachels zusammengefasst werden, wobei ich noch auf die hauptsächlichsten Abweichungen, welche sich bei der Entwicklung des Stachels von *Spinax* und der von Markert geschilderten Entwicklung des Stachels von *Acanthias* ergeben, hinweisen.

In dem Stadium, wo sich zuerst die Stachelanlage zeigt, findet man bei *Spinax niger* auf einem medianen Längsschnitt eine dünnwandige Dentinpyramide, in deren Inneres sich von dem vordern Ende des Flossenknorpels ein Knorpelstab erstreckt. Aehnliche Verhältnisse finden sich auf den Längsschnitten fig. 14 und 15 von Markert.

Während auf diesen Abbildungen das Schmelzepithel nur der vordern Fläche des Stachels anliegt, biegt dasselbe bei *Spinax* an dem obern Ende des Stachels um und erstreckt sich ein Stück weit an der hintern Wand nach unten. Dem entsprechend findet man bei *Spinax* nicht nur an der vordern Wand des Stachels Schmelz entwickelt, sondern auch auf der Stachelspitze und an der hintern Wand derselben. Die Querschnitte dieses Stadiums von *Spinax* bestätigen

die gemachten Angaben. Die Spitze des Stachels ist von einer Schmelzschicht umschlossen, dann nimmt der Schmelz an der hintern Fläche allmählich ab. Auf Fig. 42 ist nur noch an den seitlichen Dritteln der hintern Wand Schmelz zu sehen, und auf Fig. 43 allein noch an der vordern Wand des Stachels.

Auf dem Querschnitt fig. 24 von MARKERT ist sowohl an den vordern wie an den seitlichen Dritteln der hintern Wand eine Schmelzschicht abgebildet. Das Schmelzepithel ist an den seitlichen Enden eingebogen und liegt den seitlichen Dritteln der hintern Wand unmittelbar auf. Der folgende Querschnitt, fig. 25, zeigt bezüglich des Schmelzepithels dieselbe Anordnung, Schmelz hingegen nimmt man nur an der vordern Wand des Stachels wahr. MARKERT hat nämlich die Schmelzschicht durch eine radiäre Strichelung angedeutet, und diese fehlt an den seitlichen Dritteln der hintern Wand. In seiner Schilderung sagt er nichts Näheres hierüber.

MARKERT hat nach seiner Angabe das älteste Stadium entkalkt, und es ist daher anzunehmen, dass der Schmelz verloren gegangen ist. Auf seinen Querschnitten fig. 29—31 bildet er auch keinen Schmelz ab, an seiner fig. 32 aber bezeichnet er die äussere Schicht an der vordern Fläche des Stachels mit *s* (Schmelz), während er in seiner Schilderung nichts davon erwähnt. Ob sich diese Schicht auf die seitlichen Enden der hintern Wand erstreckt, ist aus der Figur nicht zu entnehmen. Nach den von ihm abgebildeten Querschliffen ist es ausser Zweifel, dass der Schmelz nicht nur an der vordern Wand des Stachels, sondern auch an den seitlichen Dritteln der hintern Wand entwickelt ist.

In der tiefern Region des oben erwähnten Stadiums von *Spinax niger* zeigt sich auf den Querschnitten schon eine Theilung des bisher einheitlichen Schmelzorgans in drei getrennte Theile.

Dies ist ein weiteres, sehr wichtiges Unterscheidungsmerkmal, welches bei den ältern Stadien von *Spinax niger* zu dem von dem *Acanthias*-Stachel gänzlich abweichenden Schmelzüberzug führt.

Bei dem Stachel des $7^1/_2$ cm langen Embryos nimmt man an der Spitze dieselbe Schmelzabscheidung wie bei dem vorher untersuchten jüngern Embryo wahr. Dann aber zeigt sich in Folge der Theilung des Schmelzepithels eine beschränkte Schmelzablagerung, und zwar nur noch an der vordern Wand und an den hintern Enden der seitlichen Wände.

Bei den ältesten Embryonen konnte man leider in Folge der Entkalkung die Schmelzlage selbst nicht verfolgen, doch ist aus der An-

ordnung des Schmelzepithels in den tiefern Partien der Stachelanlage mit Sicherheit zu schliessen, dass dieselben Verhältnisse herrschen, zumal da auch der Schmelzüberzug an dem fertigen Stachel vollständig den bei den Embryonen gemachten Befunden entspricht.

Verfolgt man nun die weitere Entwicklung der oben erwähnten ersten Dentinablagerung in Gestalt einer dünnwandigen Pyramide, welche noch einige Aehnlichkeit mit den angegebenen Längsschnitten von MARKERT hatte, so findet man bei den ältern Embryonen an der Spitze der Stacheln stets ähnliche Verhältnisse.

Doch schon bei dem nächsten Stadium machen sich in den übrigen Theilen des Stachels Veränderungen bemerkbar, welche zu dem von dem *Acanthias*-Stachel vollständig abweichenden, anders geformten Stachel von *Spinax niger* führen, so dass es unmöglich ist, noch weitere Vergleiche zwischen den beiden Stacheln aufzustellen.

MARKERT ist der Ansicht, dass die vordere und hintere Hartsubstanz — vordere und hintere Dentinwand nach meiner Schilderung — getrennt angelegt werden und eine vollständig andere Beschaffenheit zeigen, dass dies sogar an der Spitze der Stacheln, wo die Hartsubstanzen mit einander verschmolzen sind, immer noch an der verschiedenen Färbbarkeit der Theile zu erkennen ist.

Da ich nun bei der Stachelentwicklung von *Spinax* ähnliche Verhältnisse an den Dentinwänden nicht angetroffen und, wie schon erwähnt, die feinern Structurverhältnisse nicht untersucht habe, so ist es überflüssig, auf die weitere Schilderung MARKERT's einzugehen. Nur muss darauf hingewiesen werden, was schon bei der Schilderung des fertigen Stachels erwähnt wurde, dass auch während der Entwicklung des Stachels von *Spinax* nirgends an dem Kronentheil eine längsfasrige, stark pigmentirte Dentinschicht wahrgenommen ist, vielmehr die Dentinwände im Allgemeinen dieselbe Beschaffenheit zeigen. Aus diesem Grund ist die Verfärbung der ausgebildeten Stachelkrone von *Spinax* allein auf die in der Pulpahöhle liegenden Pigmentzellen zurückzuführen.

Die weitern Veränderungen, welche sich bei der Entwicklung des Stachels gezeigt haben, sind hervorgerufen durch das Auftreten von zwei seitlichen Dentinwänden.

Auf dem seitlichen Längsschnitt Fig. 45 von dem Stachel eines $7^1/_2$ cm langen Embryos zeigt sich in dem Bindegewebe vor dem Knorpelstab ein neuer Dentinstab, welcher nach unten der ganzen Länge des Knorpelstabes aufliegt und nach oben sich mit der hintern Wand des Stachels in Verbindung setzt. Auf den Querschnitten treten

die Veränderungen an den Dentinwänden deutlicher hervor als auf den eben geschilderten Längsschnitten. Die vordere Wand des Stachels theilt sich beiderseits ungefähr in der Mitte; von der hintern Wand des Stachels erstrecken sich 2 kurze Dentinzapfen in die Pulpahöhle.

Auf einem tiefern Schnitt sind diese Dentinzapfen mit den Enden des obern Abschnitts der vordern Stachelwand in Verbindung getreten, und man unterscheidet dann 3 von einander getrennte Hohlräume, einen mittlern, in welchen sich der Knorpelstab erstreckt, und 2 seitliche (Fig. 48).

In dem ältesten Stadium zeigen sich in den obern Theilen des Stachels die früher geschilderten Verhältnisse. Auf Fig. 56 erhält man ein der Fig. 48 des vorigen Stadiums sehr ähnliches Bild. Die dort erwähnten 3 Hohlräume sind hier vollständig durch Dentinwände abgeschlossen.

Bei den folgenden Schnitten gehen an den seitlichen Wänden der mittlern Pulpahöhle fortwährend Veränderungen vor sich.

Die Wände biegen sich immer mehr gegen das Innere der Pulpahöhle ein.

Auf Fig. 58 ist die mittlere Pulpahöhle schon in 2 durch einen engen Canal noch in Verbindung stehende Pulpahöhlen getrennt.

Fig. 59 zeigt die hintere Pulpahöhle vollständig verschlossen, während die vordere sich noch in das Verbindungsstück zwischen beiden Höhlen erstreckt.

Wenn man diese letzte Abbildung mit dem Querschliff durch den untern Theil der Krone Fig. 39 vergleicht, so findet man zwischen diesen beiden grosse Aehnlichkeit. Der Theil der vordern Pulpahöhle, welcher sich auf Fig. 59 noch in das Verbindungsstück erstreckt, sowohl wie die seitlichen Pulpahöhlen sind auf dem Querschliff durch Dentinablagerung ausgefüllt.

Auf die Unterschiede der ausgebildeten Stacheln von *Acanthias* und *Spinax* ist bei der Beschreibung des fertigen Stachels von *Spinax* schon hingewiesen worden, und es kann deshalb hier von einer Wiederholung abgesehen werden.

Bezüglich der Frage, welcher der beiden Stacheln die ursprüngliche Form darstellt, stütze ich mich auf eine Angabe JÄKEL's (22). Derselbe bezeichnet als den einfachsten Typus den Flossenstachel von *Cestracion* und weist darauf hin, dass bei allen Spinaciden sich eine Rückbildung des Cestracionidentypus vorfindet.

Bei der Gattung *Acanthias* findet man einen gleichen Schmelzüberzug wie bei *Cestracion*, bei *Spinax* hingegen eine beschränkte Schmelzabscheidung.

Somit ist der Schmelzüberzug bei *Spinax* als eine rudimentäre Bildung anzusehen und der ganze Stachel als eine von dem des *Acanthias* abzuleitende Form zu betrachten.

Da nun die beiden Stacheln nicht nur in dem Schmelzüberzug, sondern auch in dem übrigen Bau ein vollständig anderes Verhalten zeigen, so liegt die Frage nahe, ob der Flossenstachel von *Spinax niger*, gleich wie es MARKERT vom *Acanthias*-Stachel nachgewiesen hat, ein echter Hautzahn sei.

Dies ist nun leicht zu beantworten nach dem, was MARKERT in seiner Schlussbetrachtung gesagt hat.

Die Hauptmerkmale, in welchen sich der Flossenstachel von *Acanthias* von einem Zahn unterscheidet, sind die Sonderung in einen „Mantel" und einen „Stamm" und weiter die Anwesenheit von Pigment in der Wand der Krone des Stachels. Ausserdem erwähnt er noch einige Unterschiede in den feinern Structurverhältnissen der Hartsubstanzen. Aber trotzdem gelangt MARKERT zu dem Schluss, dass der Stachel von *Acanthias* ein echter Hautzahn ist.

Die beiden oben angeführten Unterschiede, nämlich: Sonderung der Kronenwand in einen „Mantel" und einen „Stamm" und die Anwesenheit von Pigment, kommen bei der Beurtheilung des Stachels von *Spinax* in Wegfall.

Somit hat also der Stachel von *Spinax niger* in weit höherm Maasse Aehnlichkeit mit einem Hautzahn als der Stachel von *Acanthias*.

In wie weit nun der Flossenstachel von *Spinax niger* ein den Placoidschuppen und den Mundzähnen homologes Gebilde ist, darauf gehe ich nicht weiter ein, da MARKERT diese Frage ebenfalls für den Stachel des *Acanthias* ausführlich behandelt hat und ich mit seinen Ansichten übereinstimme.

Nach Abschluss meiner Arbeit erschien noch eine Abhandlung über die Stacheln von *Trygon* und *Acanthias* von P. RITTER (45). Im Wesentlichen bestätigt RITTER die schon erwähnten Befunde MARKERT's über die Entwicklung und den Bau des Stachels von *Acanthias*.

Ausserdem werden hier, wie in der Arbeit von MARKERT, die feinern Structurverhältnisse der Hartgewebe des Stachels sehr ausführlich behandelt, welche ich bei meiner Untersuchung gar nicht berücksichtigt habe. Aus diesen Gründen glaube ich auf diese Arbeit nicht weiter eingehen zu brauchen.

Die vorliegende Arbeit wurde in dem Studienjahr 1898/99 im Zoologischen Institut der Universität Tübingen angefertigt.

Es sei mir gestattet, meinem hochverehrten Lehrer, Herrn Prof. Dr. Blochmann, für das meiner Arbeit entgegengebrachte Interesse, sowie für die gütige Ueberlassung des sehr werthvollen Materials meinen verbindlichsten Dank auszusprechen.

Ferner danke ich dem 1. Assistenten des Zoologischen Instituts, Herrn Dr. Fickert, und Fräulein Dr. Gräfin M. von Linden für die mir gütigst ertheilten Rathschläge.

Literaturverzeichniss.

1) Annel, Gust., Beiträge zur Kenntniss der zahnbildenden Gewebe des Menschen und der Säugethiere, in: Biolog. Unters., herausg. G. Retzius, Stockholm 1892, Jg. 2, p. 33—70.
2) Ballowitz, E., Das Schmelzorgan der Edendaten, seine Ausbildung im Embryo und die Persistenz seines Keimrandes bei dem erwachsenen Thier, in: Arch. mikrosk. Anat., V. 40, 1892, p. 133—156.
3) Beard, J., Morphological studies, in: Zool. Jahrb., V. 3, Anat., 1889, p. 727—752.
4) —, Notes on Lampreys and Hags (Myxine), in: Anat. Anz., Jg. 8, 1893, p. 59—60.
5) Behrends, G., Untersuchungen über die Hornzähne der Myxine glutinosa, in: Zool. Anz., 1891, Jg. 14, No. 358, p. 83—87.
6) —, Ueber Hornzähne, in: Nov. Act. Acad. Leop.-Carol, V. 58, 1892, No. 6, p. 439—475.
7) Benda, C., Die Dentinbildung in den Hautzähnen der Selachier, in: Arch. mikrosk. Anat., V. 20, 1882, p. 246—270.
8) Blochmann, F., Zur Epithelfrage bei Cestoden, in: Zool. Anz., 1897, V. 20, p. 460—463.
9) v. Brunn, A., Die Rückbildung nicht ausgestossener Eierstockseier bei den Vögeln, in: Beitr. z. Anat. Embryol. Henle dargebracht, Bonn 1882, p. 1—9.
10) Bürger, O., Neue Beiträge zur Entwicklungsgeschichte der Hirudineen, in: Z. wiss. Zool., V. 58, 1894, p. 440—456.
11) Carlsson, A., Ueber die Zahnentwicklung bei einigen Knochenfischen, in: Zool. Jahrb., V. 8, Anat., 1894, p. 217—244.
12) Hannover, A., Om Bygningen og Udviklingen af Skjæl og Pigge hos Brusfisk, in: Dansk. Vid. Selsk. Skr., V. 5, 1867, 7, p. 483—530.
13) Carrière, J., Die postembryonale Entwicklung der Epidermis des Siredon pisciformis, in: Arch. mikrosk. Anat., V. 24, 1885, p. 19—49.

14) Cohn, Th., Ueber Intercellularbrücken und Kittsubstanz, in: Anat. Hefte, V. 5, 1895, p. 293—331, 332—333.
15) v. Ebner, V., Entwicklung der Zähne und Entwicklung der Zahngewebe, in: Kölliker, Handbuch der Gewebelehre des Menschen, V. 3, p. 100—126, Leipzig 1899.
16) Flemming, W., Zellsubstanz, Kern und Zelltheilung, Leipzig 1882.
17) —, Ueber Intercellularbrücken des Epithels und ihren Inhalt, in: Anat. Hefte, V. 6, 1896.
18) Harless, E., Ueber den Zahnbau von Myliobates und den verwandten Rochen Trikeras, in: Abh. math.-phys. Classe Akad. Wiss. München V. 5, Abth. 3, 1847, p. 843—876.
19) Heincke, Fr., Untersuchungen über die Zähne niederer Wirbelthiere, in: Z. wiss. Zool., 1873, p. 495—591.
20) Hertwig, O., Ueber Bau u. Entwicklung der Placoidschuppen und der Zähne der Selachier, in: Jena. Z. Naturw., V. 8, 1874, p. 331—404.
21) Herxheimer, K., Ueber eigenthümliche Fasern in der Epidermis und im Epithel gewisser Schleimhäute des Menschen, in: Arch. Dermatol. Syph., V, 21, 1889, p. 645—656.
22) Jäkel, O., Ueber Flossenstacheln oder Ichthyodorulithen im Allgemeinen, in: SB. Ges. naturf. Fr. Berlin, 1890, p. 119—131.
23) Jacoby, M., Die Hornzähne der Cyclostomen nach Untersuchungen an Myxine glutinosa, Petromyzon fluviatilis und marinus, in: Arch. mikrosk. Anat., V. 43, 1894, p. 117—148.
24) Johann, L., Ueber eigenthümliche Gebilde (Leuchtorgane) bei Spinax niger, in: Z. wiss. Zool., V. 66, 1899, p. 137—160.
25) Klaatsch, H., Zur Morphologie der Fischschuppen und zur Geschichte der Hartsubstanzgewebe, in: Morph. Jahrb., V. 16, 1890, p. 209—258.
26) Kromayer, E., Ueber die Deutung der von Herxheimer im Epithel beschriebenen Fasern, in: Arch. Dermatol. Syph., V. 22, 1890, p. 87—97.
27) —, Zur pathologischen Anatomie der Psoriasis nebst einigen Bemerkungen über den normalen Verhornungsprocess und die Structur der Stachelzellen, ibid. p. 557—607.
28) —, Die Protoplasmafaserung der Epithelzelle, in: Arch. mikrosk. Anat., V. 39, 1892, p. 141—150.
29) Langerhans, P., Ueber die Haut der Larve von Salamandra maculosa, ibid. V. 9, 1873, p. 745—752.
30) Leydig, F., Ueber die Haut einiger Süsswasserfische, in: Z. wiss. Zool., V. 3, 1851, p. 1—12.
31) —, Ueber die äussere Bedeckung der Reptilien und Amphibien, in: Arch. mikrosk. Anat., V. 9, 1873, p. 753—794, und V. 12, 1876, p. 119—242.
32) —, Anatomisch-histologische Untersuchungen über Fische und Reptilien, Berlin 1853.
33) —, Beiträge zur mikroskopischen Anatomie und Entwicklungsgeschichte der Rochen und Haie, Leipzig 1852.

34) List, J. H., Ueber Wanderzellen im Epithel, in: Arch. mikrosk. Anat., V. 25, 1885, p. 264—268.
35) —, Zur Morphologie wandernder Leukocyten, ibid. V. 28, 1886, p. 251—256.
36) Markert, F., Die Flossenstacheln von Acanthias, ein Beitrag zur Kenntniss der Hartsubstanzgebilde der Elasmobranchier, in: Zool. Jahrb., V. 9, Anat., 1896, p. 665—722.
37) Mayer, P., Die unpaaren Flossen der Selachier, in: Mitth. zool. Stat. Neapel, V. 5, 1886, p. 217—285.
38) Mayer, S., Beiträge zur Histologie und Physiologie des Epithels, in: Lotos, Jahrb. Naturw. Prag, 1883.
39) Meyer, H., Ueber den Bau der Haut von Dasypus und der Stacheln von Raja, in: Mitth. naturf. Ges. Zürich, 1849, V. 1.
40) Mitrophanow, Ueber Intercellularlücken und -brücken im Epithel, in: Z. wiss. Zool., V. 41, 1885, p. 302—309.
41) Paulicki, Ueber die Haut des Axolotls, in: Arch. mikrosk. Anat., V. 24, 1885, p. 120—173.
42) Peremeschko, P., Ueber die Theilung der thierischen Zelle, ibid. V. 16, 1879, p. 437—457.
43) Pfitzner, W., Die Leydig'schen Zellen in der Epidermis von Salamandra maculosa, Inaug.-Diss. Kiel 1879.
44) —, Die Epidermis der Amphibien, in: Morph. Jahrb., V. 6, 1880, p. 469—526.
45) Ritter, P., Beiträge zur Kenntniss der Stacheln von Trygon und Acanthias, Inaug.-Dissert. Rostock 1900.
46) Schuberg, A., Beiträge zur Histologie der männlichen Geschlechtsorgane von Hirudo und Aulostomum nebst einigen Bemerkungen zur Epithelfrage bei Plattwürmern, in: Z. wiss. Zool., V. 66, 1899, p. 1—15.
47) Schultze, M., Die Stachel- und Riffzellen der tiefern Schicht der Epidermis dicker Pflasterepithelien und der Epithelialkrebse, in: Arch. path. Anat., V. 30, 1864, p. 260—262.
48) Schulze, F. E., Ueber die Verbindungen der Epithelzellen unter einander, in: SB. Akad. Wiss. Berlin, 1896, p. 459—471.
49) —, Epithel und Drüsenzellen, in: Arch. mikrosk. Anat., V. 3, 1867, p. 173—203.
50) Waldeyer, W., Bau und Entwicklung der Zähne, in: Stricker, Handbuch der Lehre von den Geweben, Leipzig 1871, V. 1, p. 333—354.

Erklärung der Abbildungen.

Tafel 1—3.

ba.Ep normale basale Epithelschicht
Bdg Bindegewebe
Blg Blutgefässe
C.Z hohe cylindrische Zellen
D Dentin
Dr Dentinröhrchen
Ep normales Epithel
Ep.Z normale Epithelzellen
F Fasern im Protoplasma
F.Z Faserzüge im Protoplasma
I.B Intercellularbrücken
I.R Intercellularräume
K Kern
Kn Knorpelstab, der sich in die Pulpahöhle erstreckt
Kn.F Flosenknorpel
L.Z Leydig'sche Zellen
P Pulpahöhle des Stachels
Ph hintere Pulpahöhle des Stachels
Pi Pigment
Pm mittlere Pulpahöhle des Stachels
Ps seitliche „ „ „
Pv vordere „ „ „
S Schmelz
S.E Schmelzepithel
S.O Schmelzorgan
S.K Schutzkappe des Stachels
v.Z verzweigte Zellen
W.Z Wanderzellen
Za äussere Zone des Schutzkappengewebes
Zi innere Zone des Schutzkappengewebes
Zm mittlere Zone des Schutzkappengewebes

Tafel 1.

Fig. 1. Hintere Schutzkappe von einem $5^1/_2$ cm langen Embryo von *Spinax niger*, in natürlicher Grösse.

Fig. 2. Hintere Schutzkappe von einem $7^1/_2$ cm langen Embryo, in natürlicher Grösse.

Fig. 3. Sagittaler Längsschnitt durch die stecknadelkopfstarke Erhebung vor der hintern Rückenflosse eines $3^1/_2$ cm langen Embryos von *Spinax*. 925/1. *ba C.Ep* normale basale Cylinderepithelschicht, *ba Ep* normale basale Epithelschicht.

Fig. 4. Einige Schmelzepithelzellen der Fig. 43 mit den aufliegenden Zellen der innern und einigen der mittlern Zone. 730/1.

Fig. 5. Einige verzweigte Zellen aus der Mitte der mittlern Zone von Fig. 46, einem Querschnitt durch die Schutzkappe eines $7^1/_2$ cm langen Embryos. 925/1.

Fig. 6. Einige Zellen aus dem obersten Theil der Schutzkappe von einem $7^1/_2$ cm langen Embryo, wo der Querschnitt des Stachels noch nicht auf dem Schnitt zu sehen ist. 730/1. *ho* durch Conservirung entstandener Hohlraum.

Fig. 7. Uebergangsstelle des Flossenepithels in das Gewebe der Schutzkappe von einem $7^1/_2$ cm langen Embryo. Die gezeichnete Stelle ist auf Fig. 46 angedeutet; *ba Ep* normale basale Epithelschicht.

Fig. 8. Stelle aus der äussern Zone der Schutzkappe eines $7^1/_2$ cm langen Embryos; *A* die nach dem Rand der Schutzkappe hin gelegene Seite, *J* die nach der Stachelanlage hin gelegene Seite. 730/1.

Fig. 9. Embryo von *Spinax niger*, ältestes Stadium in natürlicher Grösse; *v* vordere, *h* hintere Schutzkappe des Flossenstachels.

Fig. 10. Zellen aus dem obersten Theil der Schutzkappe, hier ist auf dem Querschnitt noch nichts von der Stachelanlage zu sehen. 730/1.

Fig. 11 u. 12. Ein Theil des vor der Stachelanlage auf dem Querschnitt Fig. 52 abgebildeten Gewebes bei stärkerer Vergrösserung. 730/1. Fig. 11 verändere Schmelzepithelien mit der innern und mittlern Zone der Schutzkappe, Fig. 12 äussere Zone der Schutzkappe; *A* nach dem Rand der Schutzkappe hin gelegene Seite, *J* nach der Mitte der Schutzkappe hin gelegene Seite.

Fig. 13. Einige verzweigte Zellen aus der Mitte des Gewebes neben der Stachelanlage von dem Querschnitt Fig. 55. 925/1.

Fig. 14. Einige Zellen aus der äussern Zone von dem Querschnitt Fig. 55. 925/1. *P. Str* Protoplasmastrang.

Fig. 15. Einige hohe cylindrische Zellen, welche auf den Querschnitten des ältesten Stadiums die schmalen, mit Bindegewebe erfüllten Hohlräume umschliessen. Ausser einigen ausgebildeten Leydig'schen Zellen findet man auf der einen Seite in den meisten Zellen Vacuolen (*V*), welche den Beginn der Umwandlung dieser Zellen zu Leydig'schen Zellen andeuten. 730/1. *G* netzförmiges Gerinnsel in den Leydig-'schen Zellen.

Fig. 16. Eine Stelle normalen Epithelgewebes von einem Querschnitt aus der Basis der Schutzkappe des ältesten Stadiums mit Leydig'schen Zellen. 730/1. *A* äusserer Rand der Schutzkappe, *J* innerer Rand, der an das die Stachelanlage umschliessende Bindegewebe stösst, *G* netzförmiges Gerinnsel in den Leydig'schen Zellen.

Fig. 17. Eine Leydig'sche Zelle aus der äussern Zone der Schutzkappe, welche vollständig mit Secret angefüllt ist. Der Kern liegt peripher. 730/1.

Fig. 18 u. 19. Leydig'sche Zellen, in deren Secret sich Vacuolen (*V*) zeigen. 730/1.

Fig. 20 u. 21. Leydig'sche Zellen, wo sich der Inhalt von der Zellmembran (*m*) in Folge der Conservirung nach innen zusammengezogen hat. Diese Zellen stammen aus der äussern Zone der Schutzkappe. 730/1.

Fig. 22. Leydig'sche Zellen aus der äussern Zone der Schutzkappe mit den umliegenden Epithelzellen. 730/1.

Fig. 23 u. 24. Leydig'sche Zellen aus dem verzweigten Gewebe; von der Zellmembran (*m*) gehen zu den benachbarten verzweigten Zellen Fortsätze ab. 730/1. *G* netzförmiges Gerinnsel in den Leydig'schen Zellen.

Tafel 2.

Fig. 25. Wanderzellen innerhalb des aus verzweigten Zellen bestehenden Gewebes. Eine der verzweigten Zellen zeigt im Protoplasma Vacuolen (*V*). 730/1

Fig. 26—29. Verschieden geformte Wanderzellen. 730/1.

Fig. 30. Wanderzellen mit 7 Kernen. 730/1.

Fig. 31. Wanderzelle auf der Grenze vom Epithel zum Bindegewebe, eine zweite Wanderzelle liegt noch im Bindegewebe. 730/1.

Fig. 32. Eine Wanderzelle innerhalb des Bindegewebes, eine andere oberhalb der basalen Epithelschicht. 730/1.

Fig. 33 u. 34. In Zerfall begriffene Wanderzellen aus der äussern Zone der Schutzkappe. 730/1.

Fig. 35 u. 36. Fig. 35 vorderer und hinterer, (Fig. 36) ausgebildeter Flossenstachel im Zusammenhang mit dem Flossenknorpel und der Flosse von einem 34 cm langen *Spinax niger*. Unterhalb des Stachels und des Flossenknorpels ist die Wirbelsäule (*W*) angedeutet. Natürliche Grösse. *Kr* Kronentheil des Stachels, *W* Wurzeltheil des Stachels.

Fig. 37. Frei gelegter hinterer Flossenstachel. Von dem Wurzeltheil ist nur die obere Partie abgebildet. 3/1. *v.R* vorderer Rand, *h.R* hinterer Rand des Kronentheils.

Fig. 38. Querschliff durch den obern Theil des Kronentheils des Stachels. Der Schmelz ist an dem vordern Rand abgesprungen. 60/1.

Fig. 39. Querschliff durch die untere Partie des Kronentheils. An den hintern seitlichen Kanten ist sowohl der Schmelz, wie Theile der Dentinwand abgesprungen. An dem vordern Rand des Stachels ist an der linken Seite ebenfalls Schmelz und Dentin abgesprungen. 60/1.

Fig. 40. Medianer Sagittalschnitt durch die Stachelanlage und die Schutzkappe eines $5^1/_2$ cm langen Embryos. 32/1.

Fig. 41—43. Die Querschnitte durch die Stachelanlage und die Schutzkappe eines $5^1/_2$ cm langen Embryos. Fig. 41: 60/1; Fig. 42: 305/1; Fig. 43: 142/1. *ho* durch die Conservirung entstandener Hohlraum.

Fig. 44. Medianer Sagittalschnitt durch die Stachelanlage und die Schutzkappe eines $7^1/_2$ cm langen Embryos. 32/1. *pr* prächondrales Gewebe an der Spitze des Knorpelstabes.

Fig. 45. Lateraler Sagittalschnitt durch die Stachelanlage und die Schutzkappe eines $7^1/_2$ cm langen Embryos; *ho* durch die Conservirung entstandener Hohlraum. 32/1.

Tafel 3.

Fig. 46—49. Querschnitte durch die Stachelanlage und die Schutzkappe eines $7^1/_2$ cm langen Embryos; die auf Fig. 47 mit * bezeichneten Stellen zeigen die Trennungsstellen des Schmelzepithels. Fig. 46:

60/1; Fig. 47—49: 142/1. *pr* prächondrales Gewebe an der Spitze des Knorpelstabes.

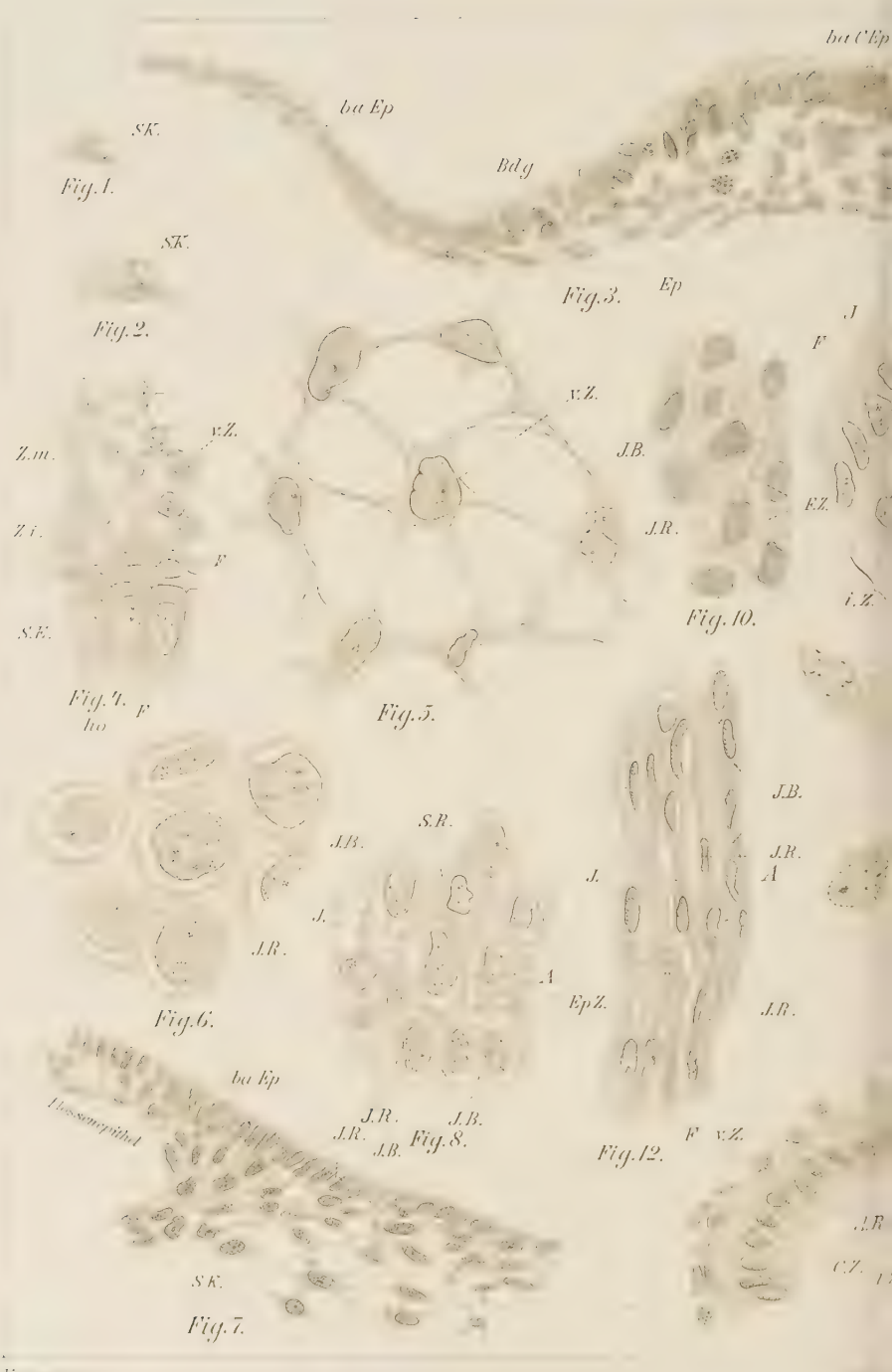
Fig. 50. Medianer Sagittalschnitt durch die Stachelanlage und die dieser unmittelbar anliegenden Gewebstheile von einem $11^1/_2$ cm langen Embryo. 70/1.

Fig. 51. Lateraler Sagittalschnitt durch die Stachelanlage eines $11^1/_2$ cm langen Embryos. 37/1.

Fig. 52, 55—59. Querschnitte durch die Stachelanlage und die Schutzkappe von einem $11^1/_2$ cm langen Embryo. Die auf Fig. 58 mit einem † bezeichneten Stellen zeigen die letzten Reste des aus verzweigten Zellen bestehenden Gewebes in der Schutzkappe. 60/1.

Fig. 53 u. 54. Das der hintern Wand des Stachels anliegende Gewebe in zwei verschiedenen Stadien, um die Entstehung der beiden auf Fig. 55 dargestellten, von den hohen cylindrischen Zellen eingeschlossenen Hohlräume an der hintern Seite des Stachels zu zeigen. 142/1.

Frommannsche Buchdruckerei (Hermann Pohle) in Jena.


ba Ep
SK.
Bdg
Fig. 1.
SK.
Fig. 2.
Ep
Fig. 3.
J
F
v.Z.
Z.m.
v.Z.
J.B.
Z.i.
F
J.R.
EZ.
S.E.
i.Z.
Fig. 10.
Fig. 4.
F
ba
Fig. 5.
J.B.
S.R.
J.B.
J.R.
J.
A
J.
J.R.
A
EpZ.
J.R.
Fig. 6.
ba Ep
J.R.
J.B.
J.R.
J.B.
Fig. 8.
F
v.Z.
Fig. 12.
J.R
C.Z.
SK.
Fig. 7.

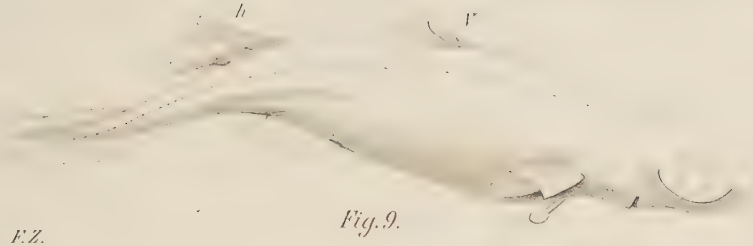


Fig. 9.

Fig. 11.

Fig. 14.

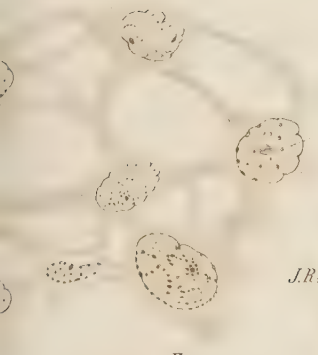


Fig. 13.

Fig. 16.

Fig. 22.

Fig. 23.

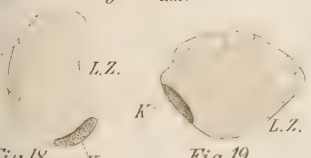


Fig. 18. Fig. 19.

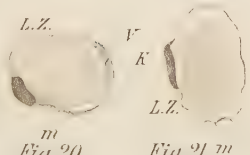


Fig. 20. Fig. 21.

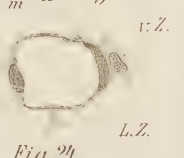


Fig. 24.

Jena.

Lithographie v E. Schaal, Jena.

Fig. 26.

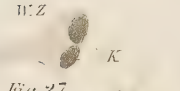


Fig. 27.

Fig. 25.

Fig. 28.

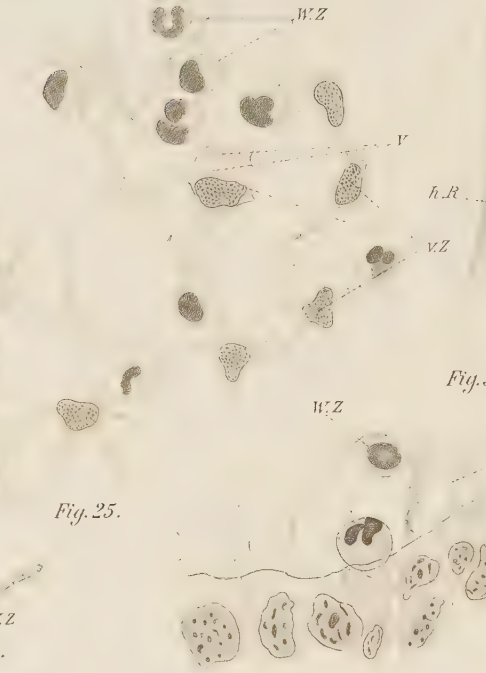


Fig. 31.

Fig. 37.

Fig. 41

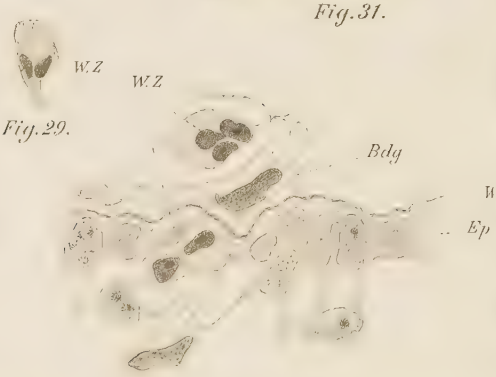


Fig. 32.

Fig. 29.

Fig. 30.

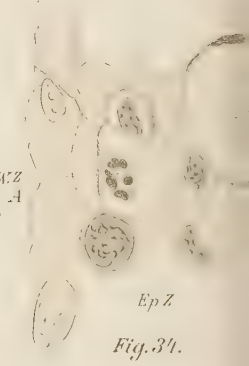
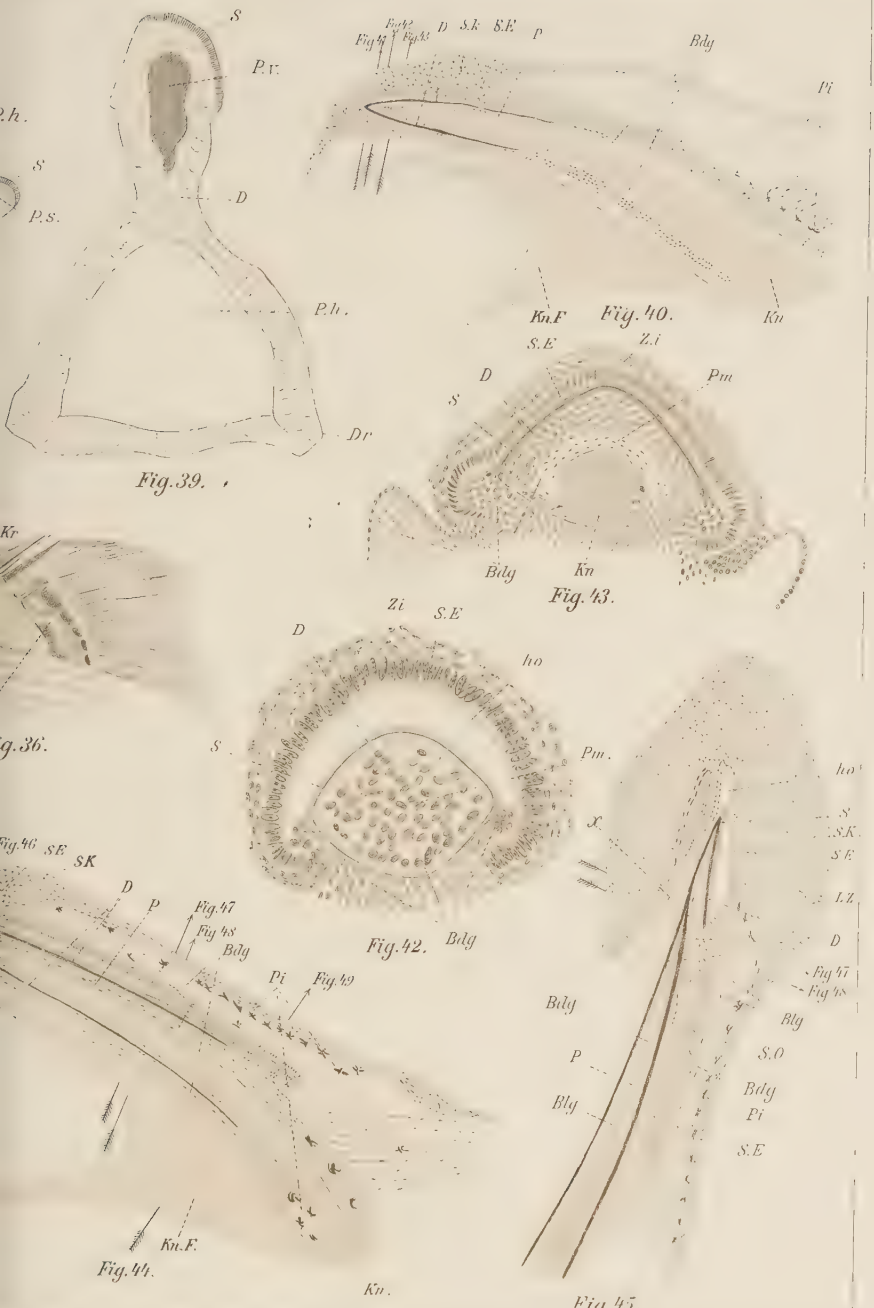


Fig. 34.

Fig. 33.

Fig. 35.



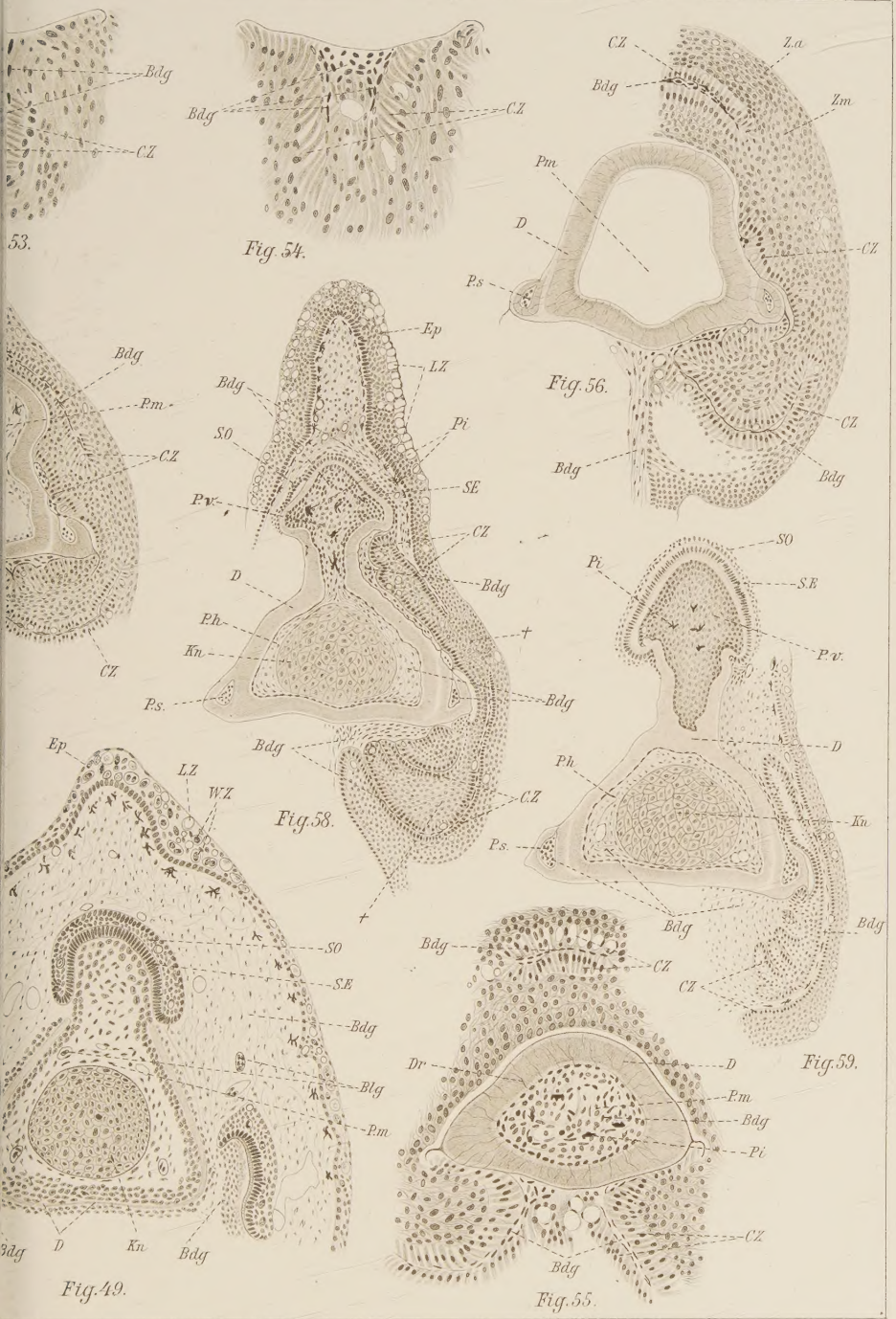
Lithographie v. E. Schaal, Jena

Fig 46.

Fig. 52.

Fig 47

Fig 48



Lithographie v. E. Schaal, Jena.

Frommannsche Buchdruckerei (Hermann Pohle) in Jena.